POL
6062

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

13299

Exchange.

June 12.1905 – July 30.1906.

JUL 30 1906

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ag. 58/2
20 pl. 1 mtd.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ETE FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.
Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER

DER

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

ANNÉE 1905.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1906

Table des matières.

Page

L. Tochtermann. De l'action du chlorure de thionyle sur la thiobenzamide 1

St. Niemczycki. Contribution à l'étude des synthèses effectuées au moyen du chlorure de zinc 2

K. Panek. Étude bactériologique et chimique du „barszcz", produit de la fermentation de la betterave rouge 5

K. Krahelska. Sur le développement mérogonique des oeufs du Psammechinus 49

A. Drzewina et **A. Pettit.** Sur des hyperplasies tissulaires consécutives à l'ablation de la rate chez les Ichthyopsidés 66

St. Zaremba. Solution générale du Problème de Fourier 69

St. Niementowski et **M. Seifert.** Bichinolyles nouveaux 168

L. Bykowski et **J. Nusbaum.** Contribution à la morphologie du téléostéen parasite Fierasfer Cuv. — Suite 169

S. Kępiński. Intégration de l'équation $\frac{\partial^2 j}{\partial \xi^2} - \frac{1}{\xi}\frac{\partial j}{\partial t} = 0$ 198

A. Bochenek. Recherches sur le système nerveux des invertébrés (Anodonta, Distaplia, Synapta) 205

C. Reis. Contribution à la morphologie des ossicules de Weber et de la vessie natatoire chez les Siluroides nebulosus 220

Vl. Kulczyński. Fragmenta arachnologica, II 231

T. Browicz. Sur la fonction sécrétoire du noyau des cellules hépatiques . 250

M. P. Rudzki. Remarque sur le mémoire de M. Denizot „Sur la théorie du mouvement relatif etc." 253

K. Wójcik. Infraoligocène de Riszkania près de Uzsok 254

T. Godlewski. L'actinium et ses produits 265

Séance publique annuelle du 20 mai 1905 277

H. Goldmann, J. Hetper et **L. Marchlewski.** Recherches sur la matière colorante du sang 279

St. Niementowski. Sur la condensation de l'acide anthranilique avec l'éther benzoylacétique 285

H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de Galicie. IV partie . . . 286

A. Beck. Action des rayons du radium sur les nerfs périphériques 286

Page

T. Godlewski. Sur certaines propriétés radioactives de l'Uranium . . . 289
A. W. Witkowski. Sur la dilatation de l'hydrogène 305
M. Raciborski. Propriétés oxydantes et réductrices de la cellule vivante. I-ère partie. Sur la faculté oxydante de la surface absorbante de la racine des plantes à fleurs 338
M. Raciborski. Sur le genre des Fougères Allantodia Wall 346
W. Baczyński et **S. Niementowski.** Dioxyacridinecétone et ses dérivés 350
T. Wiśniowski. Sur l'âge des couches à Inocérames dans les Carpathes 352
R. Nitsch. Expériences sur la rage de laborateire (virus fixe) III-ème partie 359
Compte rendu de la Commission physiographique, vol. 38 388
K. Olszewski. Contribution à la question de la détermination du point critique de l'hydrogène 399
K. Olszewski. Nouveaux essais de liquéfaction de l'hélium 408
K. Kostanecki. Etudes expérimentales sur l'origine des centrioles du premier fuseau de segmentation chez Myzostoma glabrum 411
H. Hoyer. Recherches sur le système lymphatique des têtards des grenouilles. I partie 417
Vl. Kulczyński. Fragmenta arachnologica, III 430
Vl. Kulczyński. Araneae nonnullae in insulis Maderianis collectae a Rev. E. Schmitz 440
M. Raciborski. Sur la limite supérieure de la pression osmotique de la cellule vivante 461
S. Czerski et **J. Nusbaum.** Recherches sur la régénération chez les Capitellides 471
St. Bondzyński, S. Dombrowski et **K. Panek.** Sur un groupe des acides organiques renfermant de l'azote et du soufre, contenus dans l'urine normale de l'homme 477
K. Sławiński. De la structure des produits obtenus par l'action de l'acide hypochloreux sur le camphène 491
E. Godlewski jun. Sur l'hybridation des Echinides avec la Comatule . . 501
C. Zakrzewski et **C. Kraft.** Sur les directions principales dans les liquides biréfringents par effet du mouvement 506
E. Kiernik. Contribution à l'étude de l'histologie des pédicellaires des Oursins, et surtout de leurs muscles 520
M. Kowalewski. Études helminthologiques, IX-me partie. Sur deux espèces des ténias du genre Hymenolepis Weinl 532
L. Sitowski. Contribution à la biologie des teignes 534
S. Opolski. Sur l'action du chlore et du brome sur les homologues du thiophène sous l'influence de la lumière et de la chaleur. II partie . 548
M. Siedlecki. Sur le rôle du karyosome 559
T. Garbowski. Sur le développement des larves des oursins sans entoderme 581
T. Garbowski. Sur la polarité de l'oeuf des oursins 599
L. Michalski. Sur l'action des certains alcaloïdes sur les blattes . . . 635
M. Raciborski. Propriétés oxydantes et réductrices de la cellule vivante. II partie. Sur l'oxydase extracellulaire 668

Page

M. Raciborski. Propriétés oxydantes et réductrices de la cellule vivante. III partie. Sur la réaction iodée de l'aspergillus niger 693

A. Beck. Phénomènes électriques dans l'écorce cérébrale après son extirpation partielle. Contribution à la localisation de la sensibilité à la douleur 707

F. Krzyształowicz et **M. Siedlecki.** Contribution à l'étude de structure et du cycle évolutif de Spirochaete pallida Schaud. 714

T. Moldenhauer et **I. Tarchanoff.** Sur la radio-activité induite et naturelle des plantes et sur son rôle probable dans la croissance des plantes 728

F. Tondera. Sur l'influence du courant d'air sur les pousses en croissance 734

L. Marchlewski. Sur l'origine de la choléhématine 733

L. Marchlewski et **L. Matejko.** Études sur la bixine 745

E. Janczewski. Species generis Ribes L. I Subgenus Parilla 755

M. Raciborski. Sur les chimiomorphoses de l'Aspergillus niger 764

J. Nusbaum et **C. Reis.** Contribution à l'anatomie et à la physiologie de l'„oval" dans la vessie natatoire des poissons 668

W. Kulczycki et **J. Nusbaum.** Contribution à l'étude des glandes unicellulaires chez les Téléostéens 785

X. Lewkowicz. Les cultures pures du bacille fusiforme 788

E. Romer. Époque glaciale dans les monts Świdowiec, Carpathes d'est . 797

J. Hirschler. Recherches embryologiques sur Catocala nupta L (Lepidoptera) 802

W. Dziewulski. Perturbation séculaires du Mars dans les mouvement d'Eros 811

Errata 712, 890

12.229

N° 1. JANVIER 1905.

BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1905.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.

Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 1. **Janvier** **1905.**

Sommaire: 1. M. LEON TOCHTERMANN. De l'action du calorure de thionyle sur la thiobenzamide.
2. M. STANISLAS NIEMCZYCKI. Contribution à l'étude des synthèses effectuées au moyen du chlorure de zinc.
3. M. K PANEK. Étude bactériologique et chimique du „barszcz", produit de la fermentation de la betterave rouge.
4. Mme K. KRAHELSKA. Sur le développement mérogonique des oeufs du Psammechinus.
5. MM. ANNA DRZEWINA et AUG. PETTIT. Sur des hyperplasies tissulaires consécutives à l'ablation de la rate chez les Ichthyopsidés.

Séance du lundi 9 Janvier 1905.

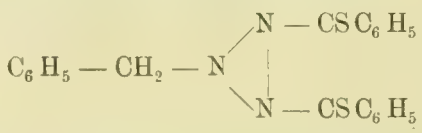
PRÉSIDENCE DE M. N. CYBULSKI.

1. M. LEON TOCHTERMANN. **O działaniu chlorku tionylu na tiobenzamid.** ***(Über die Einwirkung von Thionylchlorid auf Thiobenzamid).*** *(De l'action du chlorure de thionyle sur la thiobenzamide).* Mémoire présenté par M. L. Marchlewski m. t. à la séance du 6 Décembre 1904.

Bei der Einwirkung von Thionylchlorid auf verschiedene Amine erhielt Michaelis und seine Schüler eine Reihe von Körpern, die sie Thionylamine nannten und in denen das Radikal SO an die Stelle der Aminwasserstoffe eingetreten ist. Bei der Einwirkung von $SOCl_2$ auf Thiobenzamid verläuft die Reaktion ganz anders, indem sich gleichzeitig mehrere Körper bilden, deren Trennung und Reinigung durch Ausziehen des Reaktionsgemisches mit Benzol und fraktionierte Kristallisation gelang. Der eine von ihnen, ein roter Körper vom Schm. 117° C löst sich in allen organischen Lösungsmitteln, enthält, wie man es aus der Einwirkung Phenyl-hydrazin auf denselben ersieht, eine Keto- oder Aldehydogruppe und liefert bei der Einwirkung von Silberoxyd einen Körper, der bei 146°—147° C schmilzt und sich als Dibenzamid erwies. Aus seinem Verhalten und den Analysen ergibt sich seine Zusammensetzung und sein Bau:

$$C_6H_5 — CO — NH — CS — C_6H_5.$$

Es ist als Benzothiobenzamid aufzufassen. Der zweite Körper, der in langen weißen Nadeln kristallisiert und bei 88—90° C schmilzt, ist sehr indifferent, läßt sich nicht in Komponenten zersetzen, aus denen man auf seinen Bau einen Schluß ziehen könnte. Aus den Analysen und dem Verlauf der Reaktion ist man doch einigermaßen berechtigt (zwar ohne Beweise) ihm die Formel



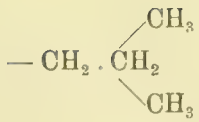
zuzuschreiben. Er löst sich in allen organischen Lösungsmitteln und ergibt bei der Oxydation einen Körper von noch mehr verwickelter Natur. Der dritte Körper schließlich ließ sich infolge sehr schlechter Ausbeute nicht in reinem Zustande erhalten.

---

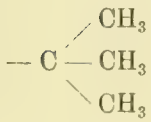
2. M. STANISLAS NIEMCZYCKI. **Przyczynek do syntez zapomocą chlorku cynkowego.** ***(Ein Beitrag zu den Synthesen mittels Zinkchlorid).*** (*Contribution à l'étude des synthèses effecttuées au moyen du chlorure de zinc*). Mémoire présenté par M. Br. Radziszewski m. t. à la séance du 6 Déc. 1904.

Es ist bereits bewiesen, daß die Alkoholradikale bei den Synthesen mittels Zinkchlorids eine molekulare Umsetzung in demselben Sinne erleiden, wie es bei den Synthesen der aromatischen Kohlenwasserstoffe mittels Aluminiumchlorids und Eisenchlorids der Fall ist. Es wurde nämlich von Seńkowski[1]) festgestellt, daß das von Liebmann[2]) durch Erhitzen von Phenol mit Isobutylalkohol und Chlorzink erhaltene Isobutylphenol identisch ist mit dem p. tertiären Butylphenol $(CH_3)_3 . C . C_6H_4 . OH_1$ [Dimetho-äthylphenol (4)]. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist das von Goldschmidt[3]) durch Erhitzen von Benzol mit Isobutylalkohol und Chlorzink erhaltene Isobutylbenzol tertiäres Butylbenzol[4]). Unter diesen Umständen wird demnach das Radikal

[1]) B. d. d. ch. G. XXIV. 2974.
[2]) Ibidem XIV. 1842. XV. 150.
[3]) B. d. d. ch. G. XV. 1066.
[4]) Seńkowski: l. c. 2975.



in das tertiäre Radikal



umgelagert.

Später haben R. Anschütz und H. Beckerhoff[1]) nachgewiesen, daß unter analogen Umständen auch das Isoamylradikal $(CH_3)_2 . CH . CH_2 . CH_3$ in das Tertiäramylradikal $(CH_3)_2 C . CH_2 . CH_3$ übergeht, indem sie sich überzeugten daß das nach der Liebmannschen Reaktion erhaltene Amylphenol mit B. Fischers und B. Grützners Tertiäramylphenol (1′, 1′ — Dimethopropylphenol) identisch ist. Dabei haben Anschütz und Beckerhoff den Gedanken ausgesprochen, daß bei der Einwirkung von Chlorzink auf Phenol und Isobutyl- respekt. Isoamylalkohol zunächst die Kohlenwasserstoffe

$$\underset{\text{Isobutylen}}{(CH_3) . C = CH_2} \qquad \text{und} \qquad \underset{\beta\text{-Isoamylen}}{(CH_3)_2 . C = CH . CH_3}$$

entstehen, die sich unter dem Einflusse der Kondensationsmittel an das p. Kohlenstoffatom des Phenols anlagern, dessen Wasserstoff an den Fettrest wandert.

Die molekulare Umlagerung der Alkoholradikale in dem oben erörterten Sinne ist außer bei der Reaktion von Liebmann und Goldschmidt auch bei der Methode von Studer beobachtet worden, nach welcher die homologen Aniline durch Erhitzen des Anilinchlorhydrats mit entsprechenden Alkoholen oder durch Einwirkung von Chlorzink auf Anilin und entsprechende Alkohole erhalten werden. In allen bis jetzt beobachteten Fällen entstehen p. Verbindungen[2]).

Gelegentlich meiner Untersuchungen über normale Butyltoluole wurde meine Aufmerksamkeit auf das von Goldschmidt durch

[1]) B. d. d. ch. G. XXVIII. 407.

[2]) Seńkowski: B. d. d. ch. G. XXIV. 2974.

Erhitzen von Toluol mit Isobutylalkohol und Chlorzink[1]) erhaltene Isobutyltoluol gelenkt. Aller Wahrscheinlichkeit nach sollte man in dem Kohlenwasserstoff das tertiäre Butyltoluol erwarten. Die Entscheidung dieser Frage schien mir der Mühe wert zu sein, da uns bis jetzt direkte Beweise des Einflusses von Chlorzink auf die Kohlenwasserstoffsynthese, besonders die mit mehreren Seitenketten fehlen. Das Nitroderivat des fraglichen Isobutyltoluols erschien mir als besonders geeignet zur Führung des Identitätsbeweises, indem sich mit Hilfe desselben im günstigen Falle sowohl auf die Struktur des Butylradikales, sowie auf die gegenseitige Stellung der Seitenketten schließen läßt. Nach den Untersuchungen M. Białobrzeskis[2]) läßt sich p. Tertiärbutyltoluol höchstens in Dinitroderivat überführen, während das m. Tertiärbutyltoluol (1. 3. Methyldimethoaethylphen) unter denselben Umständen mit großer Leichtigkeit drei Nitrogruppen bindet und das 2. 4. 6. Trinitro-ψ-butylotoluol $C_4H_9 . C_6H(NO_2)_3 . CH_3$ „künstlichen Moschus" gibt, das bei 96—97° schmilzt; Dinitrotertiär- p.-butyltoluol schmitzt bei 95°.

Das in Rede stehende Isobutyltoluol wurde erhalten nach der Methode von Goldschmidt durch Erhitzen gleicher Teile von Toluol (15 g) und Isobutylalkohol (15 g) mit frischgeschmolzenem Chlorzink (60 g) in zugeschmolzenen Röhren. Durch fraktionierte Destillation wurde die größte Fraktion zwischen 190—195° ausgeschieden, aus der wieder durch mehrfache Destillation das eigentliche Produkt zwischen 191—193 erhalten wurde. Dieses mit dem fünffachen Gewichte des Gemisches von Salpetersäure und Schwefelsäure (1 Teil Salpetersäure 1·52 auf zwei Teile rauchender Schwefelsäure) eine Stunde lang auf dem Wasserbade erhitzt, gab ein öliges Nitroprodukt, das schon einen starken Moschusgeruch verriet und erst nach längerem Stehen kristallinisch erstarrte. Nach zweifachem Umkristallisieren aus Ligroin wurde das reine Produkt in schön ausgebildeten schwachgelben Nadeln von starkem Moschusgeruch, die bei 97—97° schmelzen, erhalten. Die Vermutung, daß das 2. 4. 6. Trinitro-ψ-butylotoluol vorliegt, wurde durch die Stickstoffbestimmung bestätigt.

0·1040 g Substanz gaben 14·42 cm³ Stickstoff bei 21·7° und 739·8 mm.

[1]) B. d. d. ch. G. 15. 1067.

[2]) Ibidem XXX. 1773.

Die Formel	erhalten
$C_4H_9 . C_6H_2NO_2 . CH_3$	
verlangt N. 14·90%	15·29%

Demnach ist Goldschmidts Isobutyltoluol identisch mit dem m. Pseudobutyltoluol (1. 3. Methyldimethoäthylphen), das von Baur[1]) durch Einwirkung von Aluminiumchlorid auf ein Gemenge von Toluol und Isobutylalkohol erhalten wurde.

Aus dem chemischen Laboratorium der Universität in Lemberg.

---

3. M. K. PANEK **Mikroby oraz chemizm kiśnienia barszczu.** ***(Bakteriologische und chemische Studien über die „Barszcz" genannte Gährung der roten Rüben).*** *(Etude bactériologique et chimique du „barszcz" produit de la fermentation de la betterave rouge).* Mémoire présénté par M. J. Rostafiński m. t.

(Planche I).

Die in polnischen Ländern vielfach genossene, „Barszcz", „Barschtsch"[2]) genannte Aufgußsuppe, welche durch Gährung der roten Rüben erhalten wird, ist bisher nur wenig untersucht worden; und doch ist sie ein weit verbreitetes, häufig genossenes Nahrungsmittel, das auch in der Krankendiät eine große Rolle spielt. Eine nähere Untersuchung der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung, sowie des Charakters und des Verlaufes dieser Gährung erscheint daher in mancher Beziehung wünschenswert. Anderseits ist kein Mangel an Arbeiten über Nahrungsmittel aus dem Pflanzenreiche, die wie Sauerkraut und Gurken auf dem Wege der Gährung zubereitet werden. Daß gerade über die Gährung der roten Rüben so wenig bekannt ist, dürfte daher nicht daran liegen, daß diese Art der Gährung weniger wissenschaftliches Interesse erweckte, als vielmehr daran, daß der „Barszcz" außerhalb der genannten Gegenden nur wenig bekannt ist.

Deshalb erscheint es angebracht, hier eine kurze Beschreibung seiner Zubereitung zu geben. Recht süße rote Rüben werden zunächst sorgfältigt gereinigt, dann geschält und in dünne Scheiben

[1]) B. d. d. ch. G. XIX. 1724.

[2]) Den polnichen Namen „Barszcz" (Barschtsch) leitet Rostafiński von dem deutschen Worte „barsch" gleich „herb" ab. Rostafiński.

geschnitten. Darauf gibt man sie in ein irdenes Gefäß, wo sie mit weichem Wasser soweit übergossen werden, daß es sie ganz bedeckt und etwa 2—3 Finger hoch darüber steht. Das mit einem Leintuche bedeckte Gefäß wird an einem warmen Orte aufgestellt, während des Sommers bei Zimmertemperatur, im Winter nahe dem Ofen. Nach 3—4 Tagen ist bei nicht zu großer Wärme die Gährung in vollem Gange und nach 6—7 Tagen ist der Barszcz fertig. Nun wird er zum Gebrauch durch ein leinenes Tuch abgeseiht (um ihn von der Pilzdecke und den Rübenscheiben zu trennen), oder auch man stellt ihn einfach an einen kühlen Ort z. B. in den Keller. Der auf diese Weise erhaltene Barszcz ist eine ziemlich viscose manchmal fadenziehende Flüssigkeit von himbeerroter Farbe, von aromatischem Geruch und angenehm süß-säuerlichem Geschmack. Als Aufguß reizt er den Appetit und dient unter Zusatz von verschiedenen Beigaben, wie Sahne, Fleischbrühe, Mehl, Gemüse etc. als Grundlage mancherlei nahrhaften und wohlschmeckenden Suppen, die alle mit dem gemeinsamen Namen „Barszcz" belegt werden.

Bei dieser Gährung erhält man jedoch nicht immer ein Produkt von gleicher Güte. Ein richtiger Barszcz soll viscos sein, oder, wie die Hausfrauen sich ausdrücken, „er soll sich ziehen"; denn nur ein solcher besitzt den erwünschten süß-weinsäuerlichen Geschmack. Ein dünflüssiger Aufguß gilt als minderwertig, da sein Geschmack schärfer, herb-sauer ist. Ein solcher Barszcz entsteht z. B., wenn die Rüben bei höherer Temperatur z. B. auf dem Ofen vergähren, wie man das manchmal zur Beschleunigung des Prozesses tut.

Diese Fermentation wurde bislang allgemein als eine Milchsäure-Gährung aufgefaßt, eine irrtümliche Ansicht, die die einzige über diesen Gegenstand handelnde Arbeit von St. Epstein aus dem Prager hygien. Institut des Prof. Hüppe zu beweisen sucht[1]). Der Verfasser der zitierten Schrift kommt auf Grund seiner Untersuchung zu folgenden Resultaten: Die chemische Untersuchung einer Barszcz-Probe nach 8-tägiger Gährung ergab eine Gesamtsäure von 0·612% auf Milchsäure bezogen. Davon bestanden 7% aus flüchtigen Fettsäuren, hauptsächlich Essigsäure; Buttersäure konnte nicht nachgewiesen werden, hingegen fanden sich Spuren von Ameisensäure. Von nichtflüchtigen Säuren isolierte er Milchsäure.

[1]) Epstein. Untersuchung über die Borscht oder Barszcz genannte Gährung der roten Rüben. Archiv für Hygiene 36 S. 145.

Die bakteriologische Untersuchung verschiedener Proben, die der Reihe nach an den einzelnen Gährungstagen entnommen waren, zeigten anfangs die Entwickelung der verschiedenartigsten Mikroorganismen, sowohl solcher, die Gelatine auflösen, aus der Gruppe der Heubazillen, sowie andere Arten, die weder Gelatine auflösen noch Säure bilden. Nach 3 Tagen jedoch fand der Autor eine lebhafte Entwickelung von Säurebildnern, die nach 7 Tagen ausschließlich das Feld behaupteten.

Unter den Mikroorganismen züchtete der Autor aus 3 untersuchten Proben 3 verschiedene Arten von Stäbchen, die er mit *x*, *y*, *z* bezeichnet, leider ohne eine genauere Beschreibung zu geben. Jeder dieser Mikroorganismen, auf sterilem Rübenextrakt geimpft, erzeugte, wie der Autor angibt, den gleichen Gährungsprozeß, wie im eigentlichen Barszcz. In 8 Tagen erreichte die Gesamtsäure ihren Höhepunkt, wobei hauptsächlich Essigsäure und Milchsäure entstanden. Die gährende Flüssigkeit besaß einen angenehmen Geschmack und Geruch. Schließlich gelangt der Autor auf Grund der Untersuchung jener 3 Barszcz-Proben zu dem Schlusse, daß die rote Rüben-Gährung durch verschiedene säurebildende Mikroorganismen hervorgerufen werden könne.

Schon hier möchte ich hervorheben, daß die Ergebnisse meiner Untersuchung im Prinzip von denen Epsteins abweichen.

Bevor ich zur Beschreibung der Untersuchung der eigentlichen Sauerbrühe übergebe, empfiehlt es sich, die Zusammensetzung der roten Rüben selbst zu betrachten, mit besonderer Berücksichtigung der wasserlöslichen Bestandteile, welche später die Nährlösung für die in Betracht kommenden Mikroorganismen darstellen. Aus den vorliegenden ungemein zahlreichen Analysen der roten Rüben ist vor allem ersichtlich, daß ihre Zusammensetzung ziemlich weiten Schwankungen unterliegt und in erster Linie von der Art der roten Rüben und den Züchtungsbedingungen abhängt.

Zur Barszcz-Bereitung wird hauptsächlich die süße rote Rübe verwendet. Die unlöslichen Bestandteile, wie Zellulose, Arabinsäure u. a., kommen fast gar nicht in Betracht, da ihre Rolle bei der Gährung eine untergeordnete ist, während die Hauptbedeutung den löslichen Bestandteilen zukommt. Zu diesen gehören vor allem stickstoffhaltige Körper und Zuckerarten. Der Gehalt an Stickstoffsubstanz (auf Eiweiß berechnet) der roten Rübe beträgt ungefähr 1%, die Zuckermenge schwankt zwischen 3—7%, beträgt manchmal

sogar mehr, je nach der verwendeten Rübenart. Von Zuckerarten finden sich Rohrzucker, Invertzucker und Raffinose; von anderen Kohlenhydraten werden Pektinkörper und Dextran erwähnt. Diese letztere Substanz soll sich in jungen Rüben finden. Im ausgepreßten Saft der süßen roten Rüben, sowie in wässerigen Auszügen konnte ich sie nicht nachweisen trotz mehrfacher darauf gerichteter Untersuchung. Von stickstoffhaltigen Körpern finden sich außer Eiweißsubstanzen noch kristallinische Verbindungen, wie Asparagin, Glutamin, Betain, außerdem wurden neuerdings noch Leucin und wahrscheinlich noch andere Aminverbindungen, sowie auch Ammoniumsalze nachgewiesen.

Von stickstofffreien Körpern kommen außer den Kohlenhydraten in Betracht: der Gerbstoff, geringe Mengen organischer Säuren, wie Zitronen-, Apfel- und Oxalsäure, und schließlich der den roten Rüben eigentümliche leicht wasserlösliche rote Farbstoff, der unter der Einwirkung von Alkalien anfangs in Dunkelviolett später in Braun übergeht. Die Asche besteht aus Chloriden, Sulfaten und Phosphaten von Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium, außerdem aus geringen Mengen von Kieselsäure und Eisen.

Das quantitative Verhältnis der einzelnen Bestandteile stellt sich auf Grund der durchschnittlichen Analysenzahlen, die ich den König'schen Tafeln entnehme, folgendermaßen dar:

100 gr. frischer Substanz enhalten:

Wasser	stickstoffhaltige Körper	Fett
88·00	1·27	0·13

stickstofffreie Extraktiv-Körper	Zucker	Zellulose	Asche
8·63	7·5	0·89	1·04

Die angegebenen Bestandteile finden wir nach Maßgabe ihrer Löslichkeit in mehr oder minder großer Menge auch in dem wässerigen Auszuge bei der Barszcz-Gährung. Den entscheidenden Faktor für den Verlauf derselben wird augenscheinlich der Zuckergehalt abgeben.

Um einen Überblick über den Gehalt des roten Rübenauszuges vor der Gährung zu haben, machte ich einige Analysen von wässerigen Auszügen, die ich unter Einhaltung der bei der Barszcz-Bereitung obwaltenden Bedingungen bereitete. Zu diesem Zwecke wurde eine abgewogene Menge fein zerriebener roter Rüben in noch frischem Zustande einige Male mit kleinen Mengen Wasser kalt ausgelaugt. Der fast farblose Rübenbrei wurde auf einem

Büchnerschen Filter abfiltriert und nach sorgfältigem Auswaschen tüchtig ausgepreßt. Die einzelnen Auszüge wurden zusammengegossen und durch Wasserzusatz auf ein abgemessenes Volumen gebracht.

Die so erhaltene stark gefärbte, jedoch klar durchsichtige Lösung wurde der Analyse unterworfen. Die Zusammensetzung der Auszüge von zwei verschiedenen Rübensorten war folgende:

Der wässerige Auszug von 100 gr. enthielt:

	I	II
Trockenrückstand	8·948 gr.	10·883 gr.
Asche	0·468	0·609
Gesamt-N	0·1209	0·134
Stickstoffhaltige Bestandteile [1])	0·7560	0·834
Stickstofffreie „	7·724	9·440
Rohrzucker	5·677	7·962
Invertzucker (als Dextrose bestimmt)	0·182	0·252 [2])

Der Zuckergehalt in der Gährungsflüssigkeit ist also recht bedeutend. Die angeführten Bestimmungen wie auch andere ergaben im Rübenauszug stets einen Zuckergehalt von 5—8%.

Bakteriologische Untersuchung.

Zur Isolierung der gährungserregenden Mikroorganismen benutzte ich Proben eines 7-tägigen ausgegohrenen „Barszcz". Derselbe war im Laboratorium unter genauer Einhaltung der üblichen Zubereitungsregeln hergestellt: 2—3 Kg. gereinigte süße rote Rüben wurden in dünne Scheiben geschnitten, in ein entsprechendes Gefäß getan, mit ausgekochtem und auf 27—28° C. wieder abgekühltem Wasser in dopelter Menge (dem Gewichte der verwendeten Rüben entsprechend) übergossen und bei Zimmertemperatur von 18—20° C nach Bedeckung mit einem Leintuche aufgestellt. Nach 7 Tagen wurden Untersuchungsproben entnommen. Während dieses Zeitraumes nahm die die Rüben bedeckende Flüssigkeit eine stärker rote Farbe an, die schließlich in einen dunkelhimbeerroten Ton überging. Die anfangs klare Flüssigkeit trübte sich allmählich, wobei ihre Oberfläche sich mit einem weißen Pilzrasen bedeckte. Bei genauem Zusehen zeigte sich, daß die anfängliche Konsistenz

[1]) Auf Eiweiß berechnet.

[2]) Die Zuckerbestimmungen wurden nach Allihn ausgeführt.

der Flüssigkeit sich veränderte. Anfangs dünn und wässerig, wurde sie dickflüssiger und schleimig fadenziehend. Schon diese Tatsache erweckte den Verdacht, daß wir es in diesem Falle mit der sog. schleimigen Gährung zu tun haben. Die Reaktion der Flüssigkeit war stark sauer, der Geruch angenehm aromatisch.

Die mikroskopische Untersuchung von gefärbten Präparaten sowie von frischen, im hängendem Tropfen, zeigte nach 7-tägiger Gährung: *a)* Die Gegenwart von in reichlicher Menge vorhandenen kurzen, stellenweise auch längeren Stäbchenformen, zu zwei oder mehreren in kurze oder längere Ketten aneinander gereiht. Die Enden der Stäbchen waren abgerundet oder verdünnt, die längeren Formen zeigten häufig in der Mitte eine sich schwächer färbende Stelle, ähnlich wie bei der Sporenbildung. *b)* Hefezellen in sehr geringer Menge. *c)* Dicke, charakteristische Fäden von Oidium lactis, ebenfalls in geringer Anzahl.

Was die unter *c)* angeführten, kettenförmig gelagerten, zahlreichen Mikroorganismen betrifft, so konnte es auf den ersten Blick den Anschein haben, als handelte es sich um zwei verschiedene Formen: einerseits um sehr kurze, fast kokkenartige, anderseits um längere stäbchenförmige. Die nähere Untersuchung wies jedoch die Einheit der beiden Typen nach; denn die einzelnen Ketten zeigten stellenweise in ihren Gliedern gleichzeitig körnige Formen, sowie auch längere typische Stäbchen. Im ganzen erinnerte das Bild an die Formen des Güntherschen Milchbakteriums. Zur Reinzüchtung der fraglichen Mikroorganismen wurden Barszcz-Proben nach vorausgeganger Verdünnung 1:2000—1:5000 mit sterilem Rübenauszug auf eine Reihe von Gelatinplatten ausgesät. Dabei bediente ich mich folgender Nährböden: *a)* gewöhnliche neutrale Gelatine, *b)* 2% Traubenzucker-Gelatine, *c)* dieselbe mit Zusatz von Calciumkarbonat: *d)* Rübensaftgelatine, *e)* dieselbe mit $CaCO_3$.

Die Rübensaftgelatine stellte ich auf folgende Weise her: Zu Brei verriebene rote Rüben wurden mit der doppelten Gewichtsmenge von abgekochtem Leitungswasser übergossen und 2—3 Stunden unter öfterem Umschütteln darin belassen; der Auszug wurde darauf durch grobes Leintuch filtriert, der Rückstand ausgepreßt und das Filtrat im Dampftopf eine Stunde lang erhitzt. Währenddessen ging die dunkelrote Farbe des Auszuges in schmutzig Grün über, wobei eine geringe Menge schmierigen Bodensatzes ausfiel. Dieser Auszug diente zur Darstellung der Rübengelatine,

sowie zur Verdünnung der Barszcz-Proben bei der Aussaat. Ein L. mit 10% Gelatine versetzten Auszuges wurde nach Klärung mit Eiweiß ohne Alkalisierung noch heiß filtriert. Die auf diese Weise hergestellte Gelatine war vollständig durchsichtig, von grünlich gelber Farbe und von schwach saurer Reaktion. Schon 3—4 Tage nach der Aussaat der Proben auf die genannten Nährböden konnte man eine reichliche Entwickelung von Mikroorganismen erkennen, besonders auf der Rübengelatine. Die Kolonien waren von sehr einheitlicher Beschaffenheit, nur hie und da ließen sich solche von abweichendem Typus erkennen. Die mit gewöhnlicher uud zuckerhaltiger Gelatine beschickten Platten waren mit winzigen Kolonien von der Größe eines Stecknadelkopfes, die sich etwas über die Oberfläche wölbten, besät. Auf den mit $CaCO_3$ bereiteten Nährböden fanden sich die Kolonien von einem breiten Hofe von aufgehellter Gelatine umgeben, infolge der Lösung des Calciumkarbonats. Ein außerordentlich charakteristisches Aussehen besaßen die auf der Rübengelatine gewachsenen Kolonien. Schon nach 2 Tagen bei 18—20° C bedeckten sich die Platten mit zahlreichen Kolonien in Gestalt von runden, hellen, deutlich über die Oberfläche erhabenen, schleimigen Tropfen. In den folgenden Tagen dehnte sich der Durchmesser dieser Kolonien bedeutend aus und erreichte $^1/_2$ bis sogar 1 cm. Einige Kolonien nahmen jedoch eine unregelmäßige Gestalt an, indem sie mit den benachbarten zusammenflossen. Der Schleimgehalt dieser Kolonien trübte sich allmählich und bei Berührung mit der Platinnadel ließen sich Fäden ausziehen. Unter dem Mikroskop fanden sich in gefärbten, sowie in frischen Präparaten dieser Kolonien jene charakteristischen, kurzen Stäbchen, einzeln oder zu Paaren gelagert, sowie auch in kurzen Ketten. Die Rübengelatineplatten stellten eine fast reine Kultur der oben erwähnten kurzen Stäbchenbakterien dar, während man auf der gewöhnlichen und auf der Zuckergelatine stets auch noch andere Formen fand, wenn auch in verschwindender Menge im Verhältnis zu den winzigen Kolonien des kettenbildenden Stäbchens, das außerdem auch den einzigen Säurebildner auf den Platten darstellte.

Außer den beschriebenen ließen sich, besonders auf den mit gew. oder mit Zuckergelatine bereiteten Platten wenig zahlreiche Kolonien von abweichendem Aussehen beobachten, nämlich die charakteristischen Kolonien von Oidium lactis, dessen Vorhandensein auch die spätere Untersuchung bestätigte, ferner erhobene,

glänzend weiße Hefekolonien, Torulaarten, die den Zucker nicht zersetzten, und schließlich einige gelatineauflösende Kolonien. Beim Öffnen der Gelatineplatten wurde ein starker, angenehmer Estergeruch bemerkbar. Derselbe hing ausschließlich, wie die spätere Untersuchung lehrte, von jenen gelatinelösenden Kolonien ab. Unter dem Mikroskop ergab sich die Anwesenheit eines beweglichen, nach Gram nicht färbbaren Stäbchenbazillus, dessen Beschreibung weiter unten folgt.

Zwei weitere neubereitete Barszcz-Proben zeigten bei der Aussaat auf Platten ein vollkommen analoges Resultat. Die kurzen kettenbildenden Stäbchen, die auf Rübensaftgelatine schleimige Kolonien darstellten, ergaben auf den Platten beinahe reine Kulturen, die nur hie und da von Oidium-Kolonien durchsetzt waren.

Der Ausfall dieser Untersuchung stand in schroffem Gegensatz zu den Ergebnissen Epsteins; während dieser Verfasser in 3 verschiedenen Barszcz-Proben 3 verschiedenartige typische Milchsäuregährung erregende Mikroorganismen fand, wiesen die Resultate meiner bakteriologischen, wie der später zu beschreibenden chemischen Untersuchungen, auf eine schleimige Gährung hin, die von nur einer bestimmten Mikroorganismenart hervorgerufen wurde. Wie wäre dieser Widerspruch zu erklären? Obgleich es wenig wahrscheinlich erschien, daß die Einheitlichkeit der bakteriologischen Untersuchungsresultate in 3 verschiedenen Barszcz-Proben eine zufällige war, entschloß ich mich doch zur Untersuchung einer ganzen Reihe von Barszcz-Proben verschiedenartiger Herkunft, um mich zu überzeugen, ob man unter abweichenden Bedingungen nicht andere Mikroorganismen in der Sauerbrühe antrifft, die der Gährung einen anderen Verlauf gäben. Ich untersuchte daher einerseits eine Reihe von selbstbereiteten Barszcz-Proben, anderseits von außerhalb des Laboratoriums hergestellten, die zum Teil in Läden gekauft, zum Teil von mir bekannten Hausfrauen geliefert worden waren.

Die unten folgende Tafel gewährt einen Überblick über die Zahl der betreffenden Mikroorganismenarten in 20 verschiedenen Barszcz-Proben bei der Aussaat auf Platten, die mit Rübengelatine und gew. Gelatine ohne Zucker beschickt waren. Die angeführten Wärmegrade beziehen sich auf die Temperatur, bei welcher der Barszcz vergährte, soweit sich diese bestimmen ließ. Den kettenbildenden Stäbchenbazillus, der die charakteristischen Schleimkolonien hervorruft und der regelmäßig in weit größerer Menge als

andere Mikroorganismen in der Sauerbrühe zu finden ist, bezeichne ich als Bacterium betae viscosum — prątek barszczowy — Barszcz-Bakterium oder Bakt. der roten Rübengährung. Die Kolonien von abweichendem Typus der Säurebildner bezeichne ich mit α, β, γ etc.

Nr. der Barszcz-Proben	Menge u. Art d. Kolonien	Gährungstemp des Barszcz	Bemerkungen
I	1061 Bact. betae visc. 4 esterbildendes Bact. Nr. I. 2 Hefen 3 Oidium	18° C	eigene Zubereitung
II.	2519 Bact. betae visc. 12 Oidium lact.	20° C	„
III.	2811 Bact. betae visc. 8 Oidium lact	18° C	„
IV.	1156 Bact. betae visc. 6 esterbildendes Bact. Nr. I. 3 „ „ „ II. 1 Coli ähnliche Bact.	18° C	„
V.	Reinkultur von Bact. betae viscosum.	17° C	„
VI.	1262 Bact. betae visc. 17 Oidium lactis 5 esterbildendes Bact. Nr. II.	?	zu Hause bereitet
VII.	1820 Bact. betae visc. 27 Oidium lactis	Zimmertemp.	
VIII.	2576 Kolonien vom Typus „α" 1 Bact. betae visc. 1 Oidium lactis	?	eigene Zubereitung
IX.	2278 Bact. betae visc. 10 Oidium lactis 1 esterbildendes Bact. Nr. II.		erworben
X.	2004 Bact. betae visc. 10 Oidium lactis	?	„
XI.	1968 Kolonien vom Typus „β" 3 Oidium lactis	?	„
XII.	1618 Bact. betae visc. 1312 Kolonien „α"	?	„
XIII.	2 19 Bact. betae visc. 2 Oidium lactis	Zimmertemp.	zu Hause bereitet

Nr. der Barszcz-Probe	Menge u. Art. d. Kolonien	Gährungstemp. der Barszcz	Bemerkungen
XIV.	1325 Kolonien vom Typus „γ“ 27 Bact betae visc. 6 Oidium lactis	24° C	eigene Zubereitung
XV.	Reinkultur von B. betae visc.	16° C	„
XVI.	2160 Bact. betae visc. 9 Oidium lactis	?	erworben
XVII.	1245 Bact. betae visc. 6 Oidium lactis	18° C	eigene Zubereitung
XVIII.	2049 Bact. betae visc. 2 Oidium lactis	22° C	„
XIX.	Reinkultur von „α“ Kolonien	28—29° C	„
XX.	2814 Kolonien vom Typus „α“ 6 Bact. betae visc.	26° C	„

Aus der obigen Zusammenstellung ersehen wir, daß mit Ausnahme der beiden Proben Nr. XI. u. XIX., alle die Anwesenheit des Barszcz-Bacteriums ergeben; in der Mehrzahl der Fälle ist es der einzige säurebildende Mikroorganismus. Nun fragte es sich, ob die Gegenwart von anderen Säurebildnern (die unter α, β, γ in der Tabelle angeführt sind), eine zufällige Erscheinung ist, oder vielmehr von gewissen Bedingungen abhängt. Ein Blick auf die Tabelle ergibt vor allem die interessante Tatsache, daß bei Zimmertemperatur unter 25° C. bei welcher der Barszcz der Regel nach bereitet wird, die Schleimgährung unter dem ausschließlichen Einfluß des Barszcz-Bakteriums erfolgt, während andersartige Mikroorganismen sich hauptsächlich bei höherer Temperatur in der Sauerbrühe entwickeln; denn bei der Gährung in höherer Temperatur als 25° C trifft man das Barszcz-Bakt. entweder gar nicht, oder in verschwindend geringen Mengen im Verhältnis zu anderen Säurebildnern an.

Ferner erschien es notwendig den ganzen Verlauf der Gährung zu studieren, um festzustellen, ob und inwieweit andere Mikroorganismen anfangs an der Rübengährung teilnehmen und später unter dem Einfluß der anwachsenden Säure zu Grunde

gehen, während andere an ihre Stelle treten. Zu diesem Behufe säte ich von Tag zu Tag, wie es Epstein tat, Proben des gährenden Rübenaufgusses auf Platten aus. Dazu benutzte ich außer den schon beschriebenen Nährböden noch mit gährendem Barszcz hergestellte Gelatine, die jedesmal vor dem Aufgießen auf die Platten frisch bereitet wurde durch Entnahme einer entsprechenden Menge Sauerbrühe, Mischung mit Gelatine und nachfolgende Sterilisation. Die folgende Tabelle gibt die Verhältisse während der Gährung bei 18° C wieder.

Tag der Probeentnahme	Gew. neutr. Gelatine	2% Traubenzuckergelatine + $CaCO_3$	Rübensaftgelatine + $CaCO_3$	Barszcz-Gelatine	Menge der säurebild. Kolonien auf $CaCO_3$ haltiger Nährböden	Die Gesamtazidität in 100 cm in $^1/_{10}$ n KOH
II.	129.840.000	121.220.000	24.120.000	20.824.000	21.000.000	3·2 cm³
III.	243 820.000	282.070.000	381.900.000	367.830.000	265.307.000	11·0 „
IV.	220.710.000	231.210.000	286.395.000	205.004.000	270.200.000	24·0 „
V.	144.800.000	156.440.000	186.400.000	172.800.000	186.400.000	35·2 „
VI.	104.600.000	107.200.000	126.320.000	52.000.000	126.320.000	49·5 „
VII.	21.300.000	38.400.000	40.800.000	17.900.000	40.800.000	59·4 „
VIII.	18.400.000	14.400.000	19.200.000	12.800.000	19.200.000	65·6 „

Aus den angeführten Zahlen ersehen wir, daß in den ersten Tagen ein lebhaftes Wachstum von Mikroorganismen, hauptsächlich nicht säurebildenden, erfolgt. Unter ihnen nehmen Formen aus der Gruppe der Heubazillen, welche die Gelatine verflüssigen und Sporen bilden den ersten Rang ein. Daneben treten auch häufig esterbildende, gelatine-auflösende Bakterien auf. Auch die während der ersten Tage der Gährung ausgesäten Platten besitzen einen starken Estergeruch. In den folgenden Tagen trifft man die esterbildenden Organismen immer seltener an. Sie schwinden allmählich nach Maßgabe der anwachsenden Säure im Verein mit den anderen nicht säurebildenden Bakterien. Schon nach 3 Tagen treten an ihre Stelle Säurebildner, in erster Linie das Bact. betae viscosum, das sich am Ende der Gährung fast in Reinkultur im Barszcz befindet. Aus diesen Zahlen erfolgt gleichzeitig, daß die besten Nahr-

substrate für dieses Bakterium unter den benützten diejenigen darstellen, die den Rübensaft zur Grundlage haben, fernerhin, daß es sogar eine ziemlich hohe Azidität ganz gut verträgt. Eine ähnliche, nochmals in einer anderen bei Zimmertemperatur hergestellten Sauerbrühe unternommene Untersuchung führte zu einem analogen Ergebnis.

Diese, sowie die oben angeführten Untersuchungen ergaben demnach einwandsfrei, daß der Mikroorganismus, der im vergährten Barszcz der Menge nach die erste Stelle einnimmt, das später genauer beschriebene Bact. betae viscosum ist; wahrscheinlich war es auch, daß dieses allein die Gährung hervorruft. Um den Beweis für diese Ansicht zu erbringen, war es nur nötig im sterilisierten Rübensaft die charakteristische Gährung mit Hilfe einer Reinkultur dieses Bakteriums hervorzurufen. Zu dem Zwecke wurden sorgfältig gereinigte gesunde rote Rüben einige Male mit sterilisiertem Wasser ausgewaschen, geschält, in Scheiben geschnitten und schließlich jede Scheibe an der Oberfläche abgeflammt. Die Scheiben kamen in weithalsige Glaskolben, die mit sterilisiertem Leitungswasser gefüllt waren. Dieser Aufguß wurde mit einer reinen Kultur des Barszcz-Bakteriums beschickt und in Zimmertemperatur aufgestellt. Die Gährung nahm den gewöhnlichen Verlauf; nach 7—8 Tagen besaß die auf diese Weise hergestellte Sauerbrühe alle Eigenschaften eines guten Barszcz. Sie stellte eine leicht fadenziehende Flüssigkeit von himbeerroter Farbe und angenehm süßsaurem Geschmack dar; nur fehlte ihr der eigentümliche aromatische Geruch.

Spezielle Beschreibung der reingezüchteten Mikroorganismen.

Bacterium viscosum betae.

Morphologie. Auf Nährböden, die keinen Zucker enthalten, gezüchtet, erscheint es in Gestalt von kurzen Stäbchen, die beim ersten Anblick den Eindruck von ovalen Kokken machen.

Dieselben sind 0·6 μ dick, 0·8—1 μ lang, an den Enden abgerundet, seltener zugespitzt; sie liegen einzeln, oder zu zweien, manchmal auch mehrere zusammen zu kurzen oder längeren Ketten vereint. Im Beginn der Teilung verlängern sie sich, wobei man in ihrer Mitte eine helle Lücke wahrnehmen kann, wie bei der Bildung von Sporen. An dieser helleren Stelle verengert sich das Stäbchen und bald darauf sieht man zwei kurze, locker mit ein-

ander verbundene Doppelstäbchen auftreten. Längere Kettenbildungen, die bei der geringen Länge der Stäbchen lebhaft an Streptokokken erinnern, finden sich besonders häufig in älteren Kulturen auf rohrzuckerhaltigen Nährböden, besonders auf Rübenauszügen. Dort kann man neben Kettenbildungen auch einzelne, weit längere Stäbchen beobachten, die häufig durch hellere Stellen unterbrochen sind, was augenscheinlich durch unvollendete Teilungsvorgänge zu erklären ist. Außerdem ist auch die Form einzelner Stäbchen in solchen Kulturen etwas abweichend. Es finden sich nämlich Gebilde, die an den Enden keulenförmig verdickt, oder in der Mitte verengert, oder spindelförmig zugespitzt sind. Derartige Bilder erscheinen besonders häufig im vollständig vergohrenen Barszcz. Sie dürften als Degenerationsformen infolge des hohen Säuregrades aufzufassen sein.

In frischen Kulturen sowie auf nicht zuckerhaltigen Nährböden treten ausschließlich die kurzen an Kokken erinnernden Formen auf. Das Bakterium der roten Rübengährung ist unbeweglich und bildet keine Sporen, färbt sich intensiv mit Anilinfarben, auch nicht in den von stark verschleimten Zuckerlösungen stammenden Kulturen, weder bei gewöhnlicher Färbung, noch bei Anwendung spezieller Methoden. Dagegen ließ sich in solchen, stark verschleimten Zuckerlösungen, bei Anwendung des hängenden Tropfens, eine helle, die einzelnen Stäbchen umgebende, das Licht starkbrechende Zone mit nur schwach angedeutetem äußeren Rande beobachten, was augenscheinlich als Ausdruck der schleimigen Umwandlung der Membran aufzufassen ist.

Gelatinekulturen.

Gewöhnliche Gelatine. Kulturen auf neutralen oder schwach alkalischen Gelatineplatten bei einer Temp. von 18—20° C, stellen winzige Kolonien von 0·3—0·5 mm dar, die sich leicht über die Oberfläche wölben, sich jedoch nicht auf derselben ausbreiten. Bei 135-facher Vergrößerung erscheinen sie rund mit gleichmäßigen Rändern, in durchfallendem Lichte von goldgelber Farbe, mit kleinkörnigem Bau und durchscheinender Umrandung. Die tieferen Kolonien sind ebenfalls rund, graugelb gefärbt. Nach einigen Tagen beträgt ihr Durchmesser höchstens 0·6 mm und wächst nicht weiter.

Strichkulturen geben einen zarten Anflug aus sehr kleinen, durchsichtigen, tautropfenähnlichen Kolonien. Dieser Anflug dehnt sich nicht weiter auf der Gelatineoberfläche aus.

In Stichkulturen erfolgt nur sehr geringes, kaum erkennbares Wachstum. An der Oberfläche bildet sich um die Stichöffnung ein dünnes durchsichtiges Häutchen von 1—2 mm Durchmesser mit runden Rändern, die sich nicht weiter ausdehnen. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

2% Traubenzuckergelatine. Auf Platten entstehen bei Zimmertemperatur einige Tage nach der Aussaat an der Oberfläche der Gelatine runde Kolonien von 1—2 mm Durchmesser im reflektierten Licht von gelblich weißer, im durchfallenden von blaßgelber Farbe, von kleinkörnigem Bau, mit durchscheinenden Rändern, während die mittleren Teile dunkler sind. Die tiefgelegenen Kolonien sind ebenfalls rund, seltener oval, dunkelgelb gefärbt.

Strichkulturen rufen ein viel lebhafteres Wachstum, als diejenigen auf gewöhnlicher Gelatine hervor; es entsteht ein weißes, dünnes, durchscheinendes Häutchen, das etwas über den Impfstrich herauswächst. Der Rand dieses Häutchens irisiert etwas und ist scharf begrenzt; eine besondere Zeichnung läßt er nicht erkennen.

Stichkulturen. Auf der Oberfläche an der Stichöffnung dehnt sich allmählich ein weißlicher, schwach erhabener Belag aus, mit gleichmäßigen scharf begrenzten Rändern. Den Stichkanal entlang zieht sich das Wachstum in Gestalt eines dicken, weißen einheitlichen Fadens hin, der bis zum Boden des Kulturröhrchens reicht.

Rübensaftgelatine. Plattenkolonien ergeben ein außerordentlich charakteristisches Bild. Schon nach 48 Stunden erscheinen auf der Oberfläche der Gelatine durchsichtige Tröpfchen, die sich von Tag zu Tag vergrößern. Nach einigen Tagen nehmen die anfangs runden Kolonien häufig unregelmäßige Formen an, infolge der großen Menge des entstandenen Schleimes und des Zusammenfließens mit benachbarten Kolonien, wobei sie sich kuppelförmig über die Oberfläche erheben in Gestalt von großen Schleimtropfen, deren Durchmesser $^1/_2$ cm und mehr beträgt. Die anfangs durchsichtigen Kolonien trüben sich mit der Zeit und klären sich später (nach etwa zwei Wochen) wieder. Dann bemerkt man am Grunde der großen durchsichtigen Tropfen einen weißen Bodensatz. Die Kolonien enthalten eine dicke schleimige Flüssigkeit, die bei der Berührung mit der Platinnadel sich in Fäden ausziehen läßt. Bei 50-facher Vergrößerung zeigen die Kolonien durchsichtige scharfbegrenzte gleichmäßige Ränder, bei undurchsichtiger Mitte. Dieselben sind gelblich gefärbt und kleinkörnig.

Strichkulturen auf Rübengelatine zeigen ebenfalls ein charakteristisches Aussehen. Bei Zimmertemperatur entsteht nach 2—3 Tagen den Strich entlang eine glänzende einwenig trübe Schleimwulst, die sich von Tag zu Tag vergrößert, und nachher auf den Boden sinkt, wo der sich abscheidende Schleim oftmals eine bis ein cm hohe Schicht bildet. Die sich anfangs dort ansammelnde Schleimmenge ist trüb und dickflüssig, später (nach ungefähr 2 Wochen) wird dieselbe wässerig und durchsichtig, während sich unter ihr ein weißer Bodensatz abscheidet.

Stichkulturen ergeben schon nach 48 Stunden an der Stichöffnung einen trüben allmählich anwachsenden und sich hervorwölbenden Schleimüberzug. Ebenso erfolgt den Stichkanal entlang ein reichliches Wachstum unter Ausscheidung von erheblichen Schleimmengen. Dieselben drängen die Gelatine in der Tiefe auseinander und erfüllen die so entstehenden Risse.

10-20%-ige Rohrzuckergelatine.

Die hier entstehenden Kulturen des Bact. betae visc. entsprechen vollständig dem Bilde auf Rübengelatine, mit dem einzigen Unterschiede, daß die Konsistenz des gebildeten Schleimes bei dem hohen Zuckergehalt erheblich dicker ist. Auf Zucker oder Rübengelatineplatten mit Zusatz von Calcium-Karbonat entsteht um die Kolonien ein 1—2 mm breiter heller Hof von aufgeklärter Gelatine infolge der Auflösung von $CaCO_3$ durch die entstandenen organischen Säuren.

Agarkulturen.

Gewöhnl. neutr. Agar. Bei Zimmertemperatur gehaltene Plattenkulturen weisen nach einigen Tagen winzige Kolonien von vollständig ähnlichem Aussehen wie auf Gelatineplatten auf.

Strichkulturen ergeben einen sehr zarten Anflug, der anfangs aus ganz kleinen, durchsichtigen, tautropfen-ähnlichen Kolonien besteht, die später zu einem dünnen durchsichtig glänzenden Überzug zusammenfließen, wobei es jedoch nicht zur Schleimbildung kommt.

2%-iger Traubenzuckeragar. Auf Platten wie Strich- und Stichkulturen zeigt das Bakterium ein vollständig analoges Wachstum, wie auf Traubenzuckergelatine.

Eine besondere Beschreibung erfordert jedoch sein Verhalten auf Agar bei Zusatz von 10% Rohrzucker sowie auf Rübenagar. Auf Platten dieser Nährböden ausgesät bildet das Barszcz-

Bakterium bei Zimmertemperatur flache, schleimige Kolonien von $^1/_2$—1 cm Durchmesser. Eine Hervorwölbung über die Oberfläche findet nicht statt, im Gegenteil wird der Agar in der Umgebung der Kolonien leicht ausgehöhlt infolge der Auflösung. Beim Anwachsen der Kolonien wird der Nährboden immer mehr aufgelöst, so daß besonders an den Rändern der Platten eine Art Erosion entsteht, wobei jedoch niemals die ganze Agaroberfläche verflüssigt wird.

Auf Strichkulturen gibt sich die Entwickelung des Bact. betae viscosum zuerst durch reichliche, den Strich entlang laufende Bildung von Schleim zu erkennen, der jedoch bald auf der Agaroberfläche sich ausbreitet und in dem unteren Teil des Röhrchens sich bis zu $^1/_2$ cm hoher Schicht ansammelt. Nach einigen Tagen jedoch beginnt von unten aufsteigend eine Erweichung und Verflüssigung des Agars und wenn dieser nicht zu konzentriert ($1^1/_2$ %) war, erweicht der Nährboden der ganzen Länge nach und fließt von der Wand des Röhrchens sich ablösend zu Boden. Immer aber bleibt ein großer Teil des Agars unverflüssigt.

Besonders prägnant tritt diese Erscheinung bei Stichkulturen in hochgeschichtetem 10—15%-igem Rohrzuckeragar auf. Die Oberfläche des Agars bedeckt sich in 2 Tagen mit einer dickflüssigen Schleimschicht; den Impfkanal entlang ensteht ein breiter Streifen mit verschwommenen Rändern, der eine lebhafte mit Schleimabscheidung verbundene Bakterienvegetation verrät. Nach einigen Tagen sprengen die im Stichkanal entstandenen Schleimmassen den Nährboden und bilden eine breite bis zum Boden reichende Spalte. Der darin angesammelte Schleim fließt ab und sammelt sich am Boden des Röhrchens an, den sich allmählich auflösenden Agar verdrängend. Gleichzeitig erfolgt der Auflösungsprozeß von der Agaroberfläche aus, besonders an ihren Rändern, so daß nach einigen Tagen der Nährboden sich von der Röhrchenwand ablöst und nach 7—10 Tagen ein erweichter nach unten verjüngter und von einer Spalte zerrissener Agarpfropfen in der dicken, trüben Schleimflüssigkeit schwimmt. Weiter schreitet jedoch die Auflösung des Agars nicht vor. Am Boden der Probierröhre sammelt sich in den nächsten Tagen ein weißer flockiger Niedersehlag an, während die darüberstehende Flüssigkeit durchsichtig wird.

Ob wir es bei der Verflüssigung dieses Nährbodens mit einer Art Fermentation des Agars selbst zu tun haben, oder mit einer einfachen Auflösung, habe ich bisher nicht näher untersucht.

Kulturen auf flüssigen Nährböden.

Gew. Bouillon erwies sich als ein nicht geeigneter Nährboden für das Bact. betae visc. Die Flüssigkeit bleibt nach der Impfung durchsichtig und verrät keinerlei lebhaftere Bakterienvegetation. Nach einigen Tagen jedoch kann man beim Umschütteln eine kleine Menge Bodensatz in der Röhre bemerken. Die Bouillon verändert jedoch dabei weder ihre anfängliche alkalische Reaktion, noch ihre Konsistenz; ebensowenig ist Indol nachweisbar.

Auf 2—3%-iger Traubenzuckerbouillon läßt sich schon ein lebhafteres Wachstum beobachten. Eine solche mit Barszczbakterien geimpfte Nährflüssigkeit trübt sich, bei Zimmertemperatur belassen, anfangs gleichmäßig, und nach einigen Tagen sammelt sich ein ziemlich reichlicher lockerer Niederschlag am Boden an. Im Gährungsröhrchen entwickelt eine solche Kultur keine Gase, wiewohl die Reaktion der Flüssigkeit ausgesprochen sauer wird.

Ganz ebenso verhält sich das Barszcz-Bakterium auf Bouillon, die mit Laktose, Maltose, Lävulose und Raffinose versetzt ist; alle diese Nährlösungen vergähren gleichfalls ohne Schleimbildung und zwar ganz unabhängig von der Höhe des Zuckergehaltes. Ähnlich entwickelt sich das Bakterium auch auf 1—2%-iger Rohrzuckerbouillon, ganz anders dagegen bei höherem Rohrzuckergehalt. Bei einem Zusatz von 3% Zucker zeigt die Nährflüssigkeit unter dem Einflusse des Bakteriums bei Temp. von 17—16° C schon nach wenigen Tagen fadenziehende Konsistenz.

Bei einem höheren Gehalt von etwa 10—20% verwandelt sie sich in kurzer Zeit in eine Gallertmasse. Diese Gährung, welche die Entstehung verhältnismäßig großer Säuremengen begleitet, findet ohne Gasentwickelung statt.

Bei Versuchen in Gährungsröhrchen kann man zwar nach einigen Tagen einige Gasblasen an der Spitze des Apparates bemerken, aber diese geringe Gasmenge wächst nicht weiter, sogar nicht nach Ablauf mehrerer Wochen. Um festzustellen, welcher Rohrzuckergehalt der Entwickelung des Barszcz-Bakteriums am besten zusagt, wurde dieses auf einer Reihe von Bouillon-Nährböden mit verschiedenem bekannten Zuckerzusatz ausgesät. Dabei ergab sich, daß die stärkste Vegetation bei 1—20% Zucker erfolgt, bei 30—40% dieselbe noch ziemlich ausgesprochen ist, bei 50—60% nur eine schwache Entwickelung erfolgt und bei höheren Gehalt als 70% dieselbe voll-

ständig aufhört. Die größte Schleimproduktion erfolgt bei einem Gehalt von 5—20% Rohrzucker, obwohl auch Kulturen bei 50—60% Rohrzuckerzusatz deutliche Schleimbildung zeigen. Ähnlich wie auf den beschriebenen Nährflüssigkeiten verhält sich das Bacterium betae viscosum auf sterilisiertem Rübenextrakt. Nach der Impfung verändert sich diese Nährflüssigkeit bei Temp. von 17—18° schon nach 3 Tagen zu einer gallertartigen schleimig dickflüssigen Masse; dieselbe trübt sich und sondert eine ziemlich erhebliche Menge schmierigen Bodensatzes ab.

Die angegebene Temperatur ist sowohl für die schleimige Gährung wie auch für die Entwickelung des Bakteriums die geeignetste; denn schon bei 25° erzeugt dasselbe auf dieser Nährflüssigkeit keinen Schleim und bei 37° ist sein Wachstum nur noch schwach. Milch bringt es nach 6 Tagen zur Gerinnung, indem ein kompaktes Gerinsel unter Abscheidung von reinem leicht opalisierendem Serum entsteht. Lackmuspapier wird durch dasselbe stark rot gefärbt.

Kulturen auf Kartoffeln und roten Rüben.

Auf Kartoffeln ruft das Barszcz-Bakt. nur einen schwachen, kaum sichtbaren Anflug hervor, der sich auf der Oberfläche nicht weiter ausbreitet. Schleimbildung findet dabei nicht statt.

Auf roten Rüben entsteht schon 2 Tage nach der Impfung ein glänzender karminroter Überzug, der über die Oberfläche des Rübenquerschnittes sich ergießend auf den Boden des Gefäßes abfließt.

Biologische Eigenschaften.

Das Bact. betae viscosum entwickelt sich, wie ersichtlich, am besten auf rohrzuckerhaltigen Nährböden bei 18—22° C, bei einer Temp. von über 25° C wächst es zwar noch ziemlich gut, bildet jedoch nur sehr wenig Schleim; bei 37° wächst es nur noch sehr schwach; bei noch höherer Temp. hört sein Wachstum zunächst auf und es stirbt bei 48° C nach 5 Stunden, bei 50° C nach einer Stunde und bei 64° C schon nach 5 Minuten ab.

Das Bakterium ist relativ anaërob. In sauerstofffreier Atmosphäre entwickelt es sich gleich gut und erzeugt die ihm eigentümliche Gährung. Es entwickelt sich ohne Unterschied auf schwach alkalischen, neutralen, sowie saueren Nährböden besonders bei Gegenwart von Zucker. Außerordentlich widerstandsfähig ist es gegen Säure-

einwirkung. Auf Rohrzuckerbouillon entwickelt es sich bei Gegenwart von 0·4% Milchsäure noch sehr gut unter reichlicher Schleimbildung; bei 0·5% Milchsäure wächst es ebenfalls noch, obgleich es dabei nur sehr wenig Schleim erzeugt. Sein Wachstum hört erst bei Gegenwart 0·7% Milchsäure vollständig auf. Auf künstlichen Nährböden ohne Eiweißkörper entwickelt sich das Barszcz-Bakt. nur spärlich trotz Zusatz von Rohrzucker und Ersetzung der Eiweißkörper durch andere stickstoffhaltige Verbindungen wie z. B. weinsaures Ammonium, Asparagin etc. Mangel an Feuchtigkeit verträgt es ziemlich gut und seine Lebensfähigkeit erhält sich auf künstlichen Kulturen monatelang. Von chemischen Produkten, die in Kulturen des Bact. betae viscosum auftreten, verdienen in erster Reihe die verhältnismäßig reichlichen Säuremengen Erwähnung.

Solche Säuremengen erzeugt des Bakterium jedoch nur auf zuckerhaltigen Nährböden. Zur näheren Feststellung dieses Verhaltens wurden die einzelnen Nährböden, denen Dextrose, Saccharose, Maltose in Mengen von je 2% zugesetzt waren, mit dem Barszcz-Bakt. geimpft und bei Zimmertemperatur aufgestellt. In dem so erhaltenen Materiale wurde von Tag zu Tag die Gesamtsäure bestimmt.

Siehe Tafel Seite 24.

Aus den angeführten Zahlen ersehen wir, daß Trauben-, Rohr- sowie Malzzucker in gleich lebhafter Weise von dem B. zersetzt werden. Die Gährung des Rohrzuckers steigt jedoch am schnellsten bis zur höchsten Grenze an, da der Säuregehalt des rohrzuckerhaltigen Nährbodens bereits nach 7 Tagen sein Maximum erreicht hat; anderseits bilden die größte Säuremenge Bouillon-Kulturen mit Malzzuckerzusatz. Die Zersetzung des Milchzuckers geht sehr langsam vor sich. An der Gesamtsäure beteiligen sich, wie ich mit Hilfe der später zu beschreibenden Methoden feststellte, ausschließlich Milch- od. Essigsäure. Ihr Verhältnis in den einzelnen zuckerhaltigen Nährböden nach Erreichung des höchsten Gesamtsäurewertes war folgendes:

Siehe Tafel Seite 24.

Tag der Probeentnahme	Laktose-Bouillon	Dextrose-Bouillon	Saccharose-Bouillon	Maltose-Bouillon
I.	0·1	0·3	1·4	1·8
II.	0·4	2·4	3·3	3·6
III.	2·5	3·4	4·7	4·8
IV.	2·8	5·3	6·0	8·2
V.	3·0	6·1	7·4	9·1
VI.	3·3	7·0	8·2	10·4
VII.	4·5	7·6	8·2	11·4
VIII.	5·3	8·1	—	12·0
IX.	5·3	8·3	8·2	12·0
X.	—	8·3	8·2	12·0
XI.	5·5	8·3	8·2	12·0
XII.	5·7			
XIII.	5·9			
XVI.	7·4			
XVIII.	7·4			
XXV.	7·4			

von 100 cm^3 $^1/_{10}$ n KO H (der Gesamtazidität entsprechend)

entfallen auf:	Laktose-Bouillon	Dextrose-Bouillon	Saccharose-Bouillon	Maltose-Bouillon
Essigsäure .	30·5	35·5	48·5	25·3
Milchsäure .	69·5	64·5	51·5	74·7

Außer den angeführten Zuckerarten vermag das Barszcz-Bakt. auch Lävulose und Raffinose in Milch- und Essigsäure zu zerlegen. Andere Kohlenhydrate wie z. B. Dextrin greift es nicht an, obwohl es auf dextrinhaltigen Nährböden einiges, wenn auch geringes Wachstum erzeugt; auf mannithaltigen Nährböden entwickelt es sich nicht.

Die Gährung, welche das Barszcz-Bakt. auf Rübenextrakt und anderen stärker rohrzuckerhaltigen Nährböden erzeugt — denn das interessiert uns am meisten — verläuft in der oben dargestellten charakteristischen Weise. Dabei entsteht neben Essig- und Milchsäure noch ein Schleimkörper (Dextran) und auch Mannit, den ich auf dem unten beschriebenen Wege nachweisen konnte. Die Gährung besitzt also in diesem Falle alle Eigenschaften der sogenannten schleimigen Gährung. Im Verlaufe derselben unterliegt ein Teil des Rohrzuckers der Inversion, da solche Kulturen schon nach 3 Tagen direkt Fehlingsche Lösung reduzieren.

In Erwägung dessen, daß das Bakt. bei der Gährung des Barszcz immer auftritt, lag die Annahme nahe, daß es mit den Rüben zugleich in den Aufguß gelangt, zumal da nach Boekhut ähnliche Schleimbildner sich auf Pflanzen, im Wasser u. a. a. O. befinden. Um die Herkunft des B. visc. festzustellen, bereitete ich einen Rübenaufguß in der Weise, wie der Barszcz gewöhnlich bereitet wird, indem ich jedoch nach Möglichkeit das Hineingelangen von Mikroorganismen aus der Außenwelt zu verhindern suchte. Zu dem Zwecke wurden mit sterilem Wasser gereinigte rote Rüben auf einer Glasplatte unter einer Glocke geschält und in Scheiben geschnitten. Es ist überflüssig hervorzuheben, daß das Messer, die Platte und andere benutzte Gegenstände vorher sterilisiert worden waren. Die Rübenscheiben kamen in weithalsige Glaskolben, die bis zu einem Drittel mit sterilem Wasser gefüllt waren. Nach Verschluß der Kolben mit Wattepfropfen wurden dieselben 7 Tage hindurch bei Zimmertemperatur belassen. Solche Aufgüsse wurden von 4 verschiedenen Rübengattungen bereitet. Nach einer Woche wurden aus den einzelnen Kolben Proben entnommen und nach entsprechender Verdünnung auf Rüben-Gelatine Platten geimpft. Das Resultat entsprach nicht den gehegten Erwartungen: nur in einer Probe ließ sich das Bact. betae visc. nachweisen, in den drei anderen fand sich ein Gemisch von Spaltpilzen und fremden Bakterien, was auch durch den unangenehmen Geruch der Aufgüsse bestätigt wurde.

Daraus ergibt sich, daß das Barszcz-Bakt. auf den roten Rüben nicht konstant vorkommt. Daher empfahl es sich zu untersuchen, ob es sich nicht in der Luft findet. Zu diesem Behufe wurden 6 weithalsige Kolben mit Rübenauszug, der im Wasserdampfe sterilisiert worden war, in verschiedenen Zimmern des hyg. Inst. aufgestellt und eine Woche hindurch offen stehen gelassen. Schon nach 4 Tagen

war in drei Kolben eine Verschleimung des Aufgusses zu erkennen und nach 7 Tagen war die charakteristische Gährung in 4 Kolben bemerkbar, in denen auch neben den Schimmelpilzen das Barszcz-Bakt. sich fand. Das letztere war nur in den 2 Proben, deren Inhalt auch bis zum Ende des Versuches dünnflüssig blieb, nicht nachweisbar. Daher unterlag es keinem Zweifel, daß das wirksame Bact. betae visc. aus der Luft in den Aufguß gelangt, obwohl seine Gegenwart an der Oberfläche der Rüben oder in der Erde nicht ausgeschlossen ist.

Die schleimige Gährung des Rohrzuckers, die von anderen äußerlich ähnlichen Prozessen wie z. B. der Verschleimung der Milch zu unterscheiden ist, ist schon lange bekannt. Ebenso kennt man eine ganze Reihe von Mikroorganismen, welche diese Gährung hervorrufen. Zu den am längsten bekannten gehört vor allem der von Cienkowsky[1]) entdeckte und später von Liesenber und Zopf beschriebene *Leuconostoc v. streptococcus mesenteroides*, der im Rübensafte gefunden wird, und der darin außerordentliche Mengen einer gallertartigen, froschlaichähnlichen Substanz erzeugt.

Diese Substanz hält Scheibler[2]) für eine in Wasser unlösliche Abart von Dextran. Von dem Barszcz-Bakt. unterscheidet sich der Leuconostoc mes. prinzipiell dadurch, daß er typische Kokken darstellt, die sich zu Ketten anordnen, ähnlich dem Streptococcus. Außerdem besitzt er eine dicke Schleimhülle. Ferner ist sein Verhalten und sein Wachstum auf Nährböden abweichend. Er erzeugt nämlich auf rohrzuckerhaltigen Nährböden mächtige Belage, die sich durch ihre knorpelartige Konsistenz von dem dünnen, löslichen Schleimüberzuge, den das Barszcz-Bakt. erzeugt, unterscheiden.

Das *Bacterium gelatinosum betae* (Glaser)[3]), ebenfalls aus gallertigem Rübensaft isoliert, sowie *Bacillus viscosus* (Kramer)[4]) lösen Gelatinenährböden ziemlich lebhaft auf, außerdem besitzt das erstere deutliche Eigenbewegung. Ähnlich verhält sich das *Bact. gummosum* (Ritsert)[5]), das sich vom Barszcz-Bakt. durch die Fähig-

[1]) Die Gallertbildungen des Zuckerrübensaftes. Charkow. 1878.

[2]) Scheibler. Über die Natur des Froschlaiches. Zeitschrift für Zuckerrüben-Industrie. 1874.

[3]) Centr. f. B. 2. Abt. Bd. I. 1895.

[4]) Sitzungsbericht der k. Akad. d. Wissensch. Wien 1889.

[5]) Berichte der pharm. Ges. Bd. I. 1891. Centr. f. B. Bd. VI. 1892.

keit der Eigenbewegung und abweichendes Verhalten auf Nährböden unterscheidet, sofern dasselbe überhaupt in Reinkulturen erhalten war, was jedoch dessen Entdecker nicht überzeugend nachzuweisen vermag. Dagegen besitzen große Ähnlichkeit mit unserem Bakt. folgende als Kokken beschriebene Organismen: *Streptoc. hornensis* (Boekhut)[1], *Micrococ. gelatinogeneus* (Bräutigam)[2], *Micrococcus gummosus* (Happ)[3]. Zur Erleichterung des Vergleiches füge ich eine Tafel bei, auf der die Eigenschaften der drei Kokkenarten und des Bact. betae visc. nebeneinander eingetragen sind.

Siehe Tafeln Seite 28—36.

Obwohl der Vergleich sich nicht exakt in allen Einzelheiten durchführen läßt infolge nicht genügend genauer Beschreibung der genannten Kokkenarten, machen sich doch bei der Durchsicht der oben angeführten Tabelle neben ähnlichen Zügen ausgesprochene Unterschiede besonders im chemischen Verhalten bemerkbar.

Außer dem beschriebenen Bact. betae viscosum traf ich, wie die Tabelle auf Seite 24 zeigt, sehr häufig gewisse Mikroorganismen an, die durch die Fähigkeit einen starken, angenehmen Estergeruch zu erzeugen, Aufmerksamkeit erregten. In besonders großer Zahl fand ich sie in 2—3 Tage altem Rübenaufguß. In 7-tägigem Barszcz sind sie nur noch in geringer Menge vorhanden, indem sie durch das Bact. betae visc. bei dem ansteigenden Säuregehalt der Flüssigkeit verdrängt werden. Den vorgenannten Mikroorganismen verdankt der Barszcz seinen angenehmen Obstgeruch. Es gelang mir aus gewöhnlichem Barszcz 2 Abarten dieser Mikroorganismen zu isolieren. Diese unterscheide ich als esterbildendes Bakterium Nr. I u. Nr. II.

Das esterbildende Bakterium Nr. I.

stellt sich in Gestalt von kurzen ziemlich dicken Stäbchen dar von 0·6—08 μ Dicke u. 1·2—3·4 μ Länge. In älteren Kulturen trifft man

[1]) Centr. f. Bakt. 2 Abt. Bd. VI. 1900.

[2]) Pharm. Centralhalle Bd. 32. 1891 H. 30.

[3]) Bakteriol. und chem. Unters. über die schleimige Gährung Inaug. Diss. Berlin 1893.

Streptococcus hornensis	Micrococcus gelatinogenus	Micrococcus gummosus	Bact. betae viscosum
	Morphologisches Verhalten.		
Streptococcus	Auf zuckerfreien Nährböden gezüchtet stellt derselbe eine Kokkusform dar, deren Größe und Gestalt einem Staphylokokkus entsprechen. Vor seiner Teilung beginnt sich der Mikrokokkus zu strecken. In dieser Form, welche man bei denen auf zuckerhaltigen Gelatinenährböden gezüchteten Micrococcus gel. sehr häufig beobachten kann, kommt er einem kleinen Kurzstäbchen sehr nahe.	Kleine runde Kokken von 0·4 μ Durchmesser, die meistens zu zweien zusammenliegen, also als Diplokokken auftreten. Nur selten waren 4—6 Kokken an einander gelagert zu bemerken, öfters waren sie zu Häufchen vereinigt. Eigenbewegung war nicht zu bemerken.	Kurze Stäbchen 0·5 μ dick, 0·8—1 μ lang, mit abgerundeten Enden, sie liegen einzeln oder zu zweien, manchmal auch mehrere zusammen in kurzen oder längeren Ketten vereint. Auf zuckerfreien Nährböden gezüchtet, bildet derselbe noch kürzere Gebilde, die der Kokkusform sehr nahe stehen. Besitzt keine Eigenbewegung.
	Färbbarkeit.		
			Färbt sich gut mit den üblichen Anilinfarben, auch nach Gram.
	Bouillon-Kulturen. *a)* **Bouillon ohne Zuckerzusatz.**		
			Sehr schwaches Wachstum; die Flüssigkeit bleibt klar, erst nach einigen Tagen läßt sich ein kaum bemerkbarer Bodensatz wahrnehmen.

b) 2% Dextrose-Bouillon.

Starke Trübung, nach einigen Tagen ein reichlicher Bodensatz.

c) 10% Saccharose-Bouillon.

Bei 20° C gezüchtet bedingt er ein Schleimigwerden der Flüssigkeit.

Bildet Gelatinose und Säuren. Es treten dabei Säuren auf.

Bei 17—20° C gezüchtet macht es die Nährlösung trübe und verwandelt sie in eine gallertigschleimige Masse, infolge der Bildung von Dextran.

Gelatine-Kulturen. *a)* Gew. Gelatine-Platten.

Bei 20° C erscheinen die Kolonien nach etwa 48 Stunden als sehr kleine weiße Punktchen, welche ich unter dem Mikroskop darstellen wie kugelrunde, scharf begrenzte Kolonien mit grau-bläulichem matten Schimmer bei Beleuchtung mit durchfallendem Lichte. Übrigens nimmt man keine besondere Zeichnung an der Oberfläche wahr, es sei denn, daß hie und da schwache Punktierung vorkommt. Nach 5 Tagen erreichen die Kolonien einen Durchmesser von 0·2 mm. Die nahe an der Oberfläche lie-

Die Platten zeigen erst nach 4—5 Tagen kleine, feine Pünktchen, die bei 150-facher Vergrößerung als runde, glattrandige, gelblich gefärbte Kolonien erscheinen, die im Zentrum ein gleichmäßiges haariges Gewebe zeigen.

Später nimmt die Kolonie etwas an Größe zu (bis [illegible] mm), die Farbe wird mehr gelb-braun, die innere Struktur verschwindet vollständig, und die ganze Kolonie erscheint gleichmäßig mit vollständig glattem Rande. Eine Verflüssigung der Gelatine tritt nicht ein.

Winzige Kolonien von 0·3—0·5 mm Durchmesser, über die Oberfläche leicht erhaben. Bei 135-facher Vergrößerung erscheinen sie rund mit gleichmäßigen Rändern, im durchfallenden Lichte von goldgelber Farbe, mit kleinkörnigem Bau und durchscheinenden Rändern.

Nach einigen Tagen beträgt ihr Durchmesser höchstens 0·5 mm und wächst nicht weiter. Gelatine wird nicht verflüssigt.

Streptococcus hornensis	Micrococcus gelatinogenus	Micrococcus gummosus	Bact. betae viscosum
genden Kolonien breiten sich darüber in Form einer dünnen, durchsichtigen, äußerst feinen Schicht mit scharfem Rande.			
	Stichkulturen in Gelatine.		
Die Entwickelung im Impfstich ist nur schwach, es entstehen zahlreiche winzige, weiß gefärbte Kolonien. An der Oberfläche bildet sich ebenfalls wieder eine wenig ausgedehnte, sehr dünne, kreisförmige Bakterienvegetation.	Die Kulturen auf zuckerfreier Nährgelatine ließen ein Oberflächenwachstum überhaupt nicht wahrnehmen	Nach 2—3 Tagen bemerkt man einen feinen Stich von schleierartigem Aussehen. Es entwickelt sich dann allmählich ein dünner, reiner, zäher Faden. Gelatine wird nicht verflüssigt. Oberflächenwachstum ist nicht wahrzunehmen.	Die Entwickelung ist sehr schwach, kaum wahrnehmbar. Auf der Oberfläche bildet sich eine zarte, kreisförmige, durchsichtige Auflagerung, von 1—2 mm Durchm. Das Wachstum längs des Impfstiches ist schwach und fadenförmig.
	***b*) 10—20% Rohrzuckergelatine-Platten.**		
Die Kolonien zeigen nach 24 Stunden Entwickelung und bilden für das bloße Auge matte, weiße, ellipsoidische Klümpchen. Diejenigen, welche an der Oberfläche liegen, bilden halbdurchsichtige, schnell an Größe zunehmende Tropfen, welche nach einigen Tagen einen Durchmesser von 1/2 cm erreichen. Unter dem Mikroskop sind die Kolonien	Die Kolonien bilden zuerst graue Pünktchen, später feuchtglänzende Tropfen, die allmählich grauweiß werden. Eine Verflüssigung der Gelatine findet durch diese nicht statt. Unter dem Mikroskope erkennt man in den tieferliegenden Kolonien runde, gelbe Häufchen, ohne weitere Besonderheiten. Die an der Oberfläche aber haben das	Auf 10%-iger Rohrzuckergelatine ist das Wachstum bedeutend stärker und die Kokken nehmen eine mehr ovale, gestreckte Form an. Noch deutlicher treten diese Erscheinungen bei Zusatz von 25% Zucker ein, wobei sogar die Gelatine schwach verflüssigt wird, und die Kokken auch etwas an Größe zunehmen.	Nach 48 Stunden sind auf der Oberfläche der Gelatine durchsichtige Tröpfchen, die sich von Tag zu Tag vergrößern. Nach einigen Tagen nahmen die Kolonien unregelmäßige Formen an infolge der großen Menge des entstandenen Schleimes und des Zusammenfließens mit den benachbarten Kolonien. Dieselben erheben sich kuppelförmig über die Ober-

in der Gelatine sehr charakteristisch. Die von Haus aus wahrscheinlich runde Kolonie nimmt durch Ablagerung von Gallerte bald eine unregelmäßige manchmal Hutpilzähnliche Form an, mit grobkörnigem Kern und halbdurchsichtiger Umgebung.

Aussehen flacher, ausgebreiteter Gummischleimtropfen, welche später eine grauweiße Färbung annehmen. Sie besitzen in der Mitte eine gelbe Färbung, die gegen den Rand hin verblaßt

fläche in Gestalt von großen Schleimtropfen, deren Durchmesser $^1/_2$ cm und mehr beträgt. Die anfangs durchsichtigen Kolonien trüben sich mit der Zeit, um sich später (nach 2 Wochen) wieder unter Absetzung eines weißen Bodensatzes zu klären.

Die Kolonien enthalten eine dicke schleimige Flüssigkeit, die bei Berührung mit der Platinnadel sich in Fäden ausziehen läßt. Bei 50-facher Vergrößerung zeigen die Kolonien durchsichtige, scharfbegrenzte gleichmäßige Ränder bei undurchsichtiger Mitte. Dieselben sind gelblich gefärbt und kleinkörnig.

Stichkulturen.

Die Stichkultur wächst sehr rasch, in Form einer schleimigen Wulst, welche schnell an Stärke zunimmt und die Gelatine auseinanderdrückt. Die freie Oberfläche der Gelatine bedeckt sich mit einer starken Schleimschicht

Die Stichkulturen in zuckerhaltigem Nährboden lassen ein gleichmäßiges Wachstum längs des ganzen Stichkanals erkennen und zeigen auf der Oberfläche einen grauweißen, feuchten Belag von mäßiger Ausdehnung.

Wird Gelatinezucker zugesetzt, dann ist das Wachstum stärker, die Gelatine nimmt allmählich eine dicke, schleimige, gummiähnliche Konsistenz an, und der Impfstich verschwindet sehr rasch. Ferner ist dann auch Oberflächenwachstum bemerkbar.

Schon nach 48 Stunden entwickelt sich an der Stichöffnung ein trübe, allmählich anwachsender, sich hervorwölbender Schleimüberzug. Ebenso erfolgt den Stichkanal entlang ein reichliches Wachstum unter Ausscheidung von erheblichen Schleimmengen. Dieselben drängen die Gelatine in der Tiefe auseinander und erfüllen die entstehenden Risse.

Streptococcus hornensis	Micrococcus gelatinogenus	Micrococcus gummosus	Bact. betae viscosum
Strichkulturen.			
Die Strichkultur entwickelt sich sehr rasch als eine dicke, durchscheinende Gallerte, welche bald die ganze Gelatineoberfläche bedeckt und sich an der Unterseite stark anhäuft zu einer 2·5 cm. hohen Schicht innerhalb 10 Tagen. In dieser Gallerte entstehen einzelne Gasblasen, aber erst nach längerer Zeit.	Es zeigt sich zuerst ein gleichmäßiges Wachstum längs des Impfstriches; später entwickelt sich der Micr. gelatinogenus besonders mächtig an der Oberfläche. Es entsteht ein grauweiß schimmernder, mäßig dicker feuchter Belag, dessen Aussehen am ehesten mit dem eines dünn aufgestrichenen Ungt. Glycerini zu vergleichen ist. Bei älteren Strichkulturen fließt ein Teil der schleimigen Kultur nach dem unteren Ende ab und bildet eine grauweiße, glänzende, undurchsichtige Schichtung.		Nach 2—3 Tagen ensteht den Strich entlang ein glänzender, leicht trüber, Schleimwulst, der sich von Tag zu Tag vergrößert und nachher nach dem unteren Ende herabfließt, wo er eine bis 1 cm hohe Schleimschicht bildet. Die sich ansammelnde Schleimmenge ist anfangs trüb und dickflüssig, später wird sie wässerig und durchsichtig, während sich unter ihr ein weißer Bodensatz abscheidet.
Kulturen auf gew. Agar.			
Auch ohne Zucker läßt sich Streptoc. hornensis auf Agar züchten.	Auf Agar-Agar bietet das Wachstum etwas Besonderes nicht dar.	Wachstum sehr schwach. Erst nach 10—12 Tagen bemerkt man längs des Impfstiches einen dünnen, mattglänzenden, farblosen, leicht ablösbaren Belag	Strichkulturen ergeben einen sehr zarten Anflug, der anfangs aus ganz kleinen durchsichtigen, tautropfenähnlichen Kolonien besteht, die später zu einem dünnen durchsichtig glänzenden Überzug zusammenfließen, wobei es jedoch nicht zur Schleimbildung kommt.

10—20% Rohrzuckeragar.

Das Wachstum gibt dasselbe Bild wie auf Gelatine mit 20% Rohrzucker.

Auf Strichkulturen gibt sich die Entwickelung des Bact. betae visc. zuerst durch reichliche den Strich entlang laufende Bildung von Schleim zu erkennen, der jedoch bald auf der Agaroberfläche sich ausbreitet und in dem unteren Teil des Röhrchens sich bis zu $^1/_2$ cm hoher Schicht ansammelt. Nach einigen Tagen jedoch beginnt von unten aufsteigend eine Erweichung und Verflüssigung des Agars, indem allmählich der Nährboden der ganzen Länge nach erweicht, und sich von der Wand des Röhrchens ablösend zu Boden fließt. Ein großer Teil des Agars bleibt jedoch unverflüssigt. Besonders deutlich tritt diese Erscheinung bei Stichkulturen im Rohrzuckeragar auf.

Milchkulturen.

In der Milch stellt sich 6 Tage nach der Impfung die Gerinnung ein.

Kulturen auf Rüben und Kartoffeln.

Auf Kartoffeln entwickelt sich der Micr. betae, gleichfalls langsam und bildet ei-

Auf diesen beiden Nährböden, besonders auf Rüben, wächst der Kokkus bedeutend schneller

Auf Kartoffeln bildet Bact. betae visc. eine schwache kaum wahrnehmbare Auflagerung, die

Streptococcus hornensis	Micrococcus gelatinogenus	Micrococcus gummosus	Bact. betae viscosum
	nen weißlichen, feuchten Belag.	und stärker als in Gelatine und Agar. Schon nach 24 Stunden ist auf Rüben ein feuchter Belag vorhanden. Nach 3 Tagen ist die Rübenscheibe fast auf der ganzen Oberfläche mit einer weißlichen, dickflüssigen Schicht bedeckt, woraus sich allmählich ein glatter, glänzender Überzug entwickelt, der sich über die ganze Rübenscheibe hinzieht und derselben das Aussehen gibt, als ob sie mit einer Syrupschicht überzogen wäre. Bei der Kartoffel ist das Wachstum dem auf der Rübe ähnlich, jedoch nicht so stark.	sich auf der Oberfläche weiter nicht ausbreitet. Eine Schleimbildung findet nicht statt. Auf roten Rüben bildet sich nach 2 Tagen ein glänzender, karminroter schleimiger Überzug, der sich auf der Oberfläche der Rübenscheibe ausbreitet und später auf den Boden des Kulturgläschens abfließt.
	Verhalten gegen Temp. und Sauerstoffzutritt.		
Die Optimumtemp. für das Gedeihen des Streptoc. horn. liegt zwischen 22—30° C. Bei 36° erfolgt zwar Wachstum, aber keine Dextranabscheidung. Auf 55° C erhitzt wird Strept. horn. nach 5 Minuten getötet. Dem Sauerstoff gegenüber verhält er sich wie ein fakultativ anaërober Mikroorganismus.	Er wächst bei 20–25° C.	Das Temperaturoptimum liegt zwischen 15—20° C. Der Kokkus wächst anaërob, ebenso wie aërob	Die Optimumtemp. liegt zwischen 17—20° C. Bei 30° C findet noch ziemlich gutes Wachstum statt, die Schleimbildung wird jedoch bedeutend schwächer. Bei 37° schwaches Wachstum, keine Schleimbildung. Bei 64° C stirbt er nach 5 Minuten ab. Ist fakultativ anaërob.

Verhalten gegen Säure.

		Wächst am besten auf alkalischen Nährböden. Schon bei schwachem Sauregehalt des Nährbodens (0·8 Tropfen reine Essigsäure auf 10 cm Nährgelatine) hört das Wachstum auf.	Wächst gut sowohl auf alkalischem, wie neutralem und mäßig saurem Nährboden. Das Wachstum wird erst bei 0·7% Milchsäure gehemmt.

Chemische Leistungen.

Auf zuckerhaltigen Nährböden bildet Streptococc. horn. erhebliche Mengen von Dextran, daneben Spuren von Gas und Säure.	In zuckerhaltigen Nährlösungen werden Säure und Gelatinose gebildet. Die Säure besteht hauptsächlich aus Milchsäure. Daneben wurden auch Spuren von Essigsäure nachgewiesen.	Auf rohrzuckerhaltigen Nährböden bildet er Gummose (Dextran), Mannit, Milchsäure, Buttersäure und Kohlensäure. Essigsäurebildung konnte niemals nachgewiesen werden	Auf allen zuckerhaltigen Nährböden werden Essig- und Milchsäure gebildet, jedoch bei Anwesenheit von Rohrzucker findet ausschließlich eine Produktion von Dextran und Mannit statt. Indol konnte nicht nachgewiesen werden, Gase kaum in Spuren. Die durchschnittlich höchste Azidität der Kulturen auf zuckerhaltigen Nährböden beträgt ungefähr 0·6% auf Milchsäure bezogen.

häufig auch längere fadenförmige Formen an. Es zeigt ziemlich lebhafte Eigenbewegung mittels einer am Ende befindlichen Geißel (gefärbt nach Loeffler). Sporen bildet es nicht, jedoch erhält es seine Lebensfähigkeit auf Nährböden ziemlich lange. Mit Anilinfarben färbt es sich gut, nach Gram wird es entfärbt. Das Bakt. wächst gleich gut bei Zimmertemperatur, wie bei 37° C, jedoch ist der Estergeruch bei letztgenannter Temperatur erheblich schwächer. Es ist relativ anaërob, wenn es sich schon in sauerstofffreier Atmosphäre nur schwach entwickelt.

Gelatinkulturen. Die Platten-Kolonien auf gewöhnlicher Gelatine zeigen schon nach 24 Stunden bei 22° C eine leichte schüsselförmige Einsenkung, die sich später allmählich vergrößert. Bei 150-facher Vergrößerung weisen die Kolonien in der Mitte eine körnige Masse manchmal mit strahliger Zeichnung auf, die von einem schmalen Hofe von aufgelöster Gelatine umgeben ist.

An der Gelatineoberfläche macht sich anfangs ein flacher weißlicher Anflug bemerkbar. Derselbe ist rundlich, scharfbegrenzt, matt glänzend u. vertieft sich bald infolge der Auflösung der Gelatine. Die Verflüssigung der letzteren erfolgt von der Oberfläche aus in schüsselförmiger Weise. Anfangs rasch, später immer langsamer in Walzenform breitet sich die Verflüssigung bei Gehalt von 10% Gelatine gewöhnlich nicht bis zum Boden des Probierglases aus. Nach einigen Tagen finden wir eine verflüssigte Säule, die von der festgebliebenen Gelatine durch eine weiße Schicht von Mikroorganismen abgegrenzt ist.

In der nicht gelösten Gelatine beobachten wir den Stichkanal entlang die Bakterienvegetation nach Art eines dicken Fadens, der am oberen gleichmäßigen Teile radial angeordnete Verzweigungen trägt, während der untere Teil perlschnurartige Unterbrechungen zeigt. Auf gewöhnlicher Gelatine erzeugen die Kolonien einen starken charakteristischen Estergeruch. Auf 2%iger Rohrzuckergelatine wächst das Bakterium in vollkommen analoger Weise, ohne jedoch den charakteristischen Estergeruch hervorzurufen.

Gewöhnliche Bouillon wird gleichmäßig getrübt, wobei sich nach einigen Tagen ein dünnes Häutchen auf der Oberfläche und ein reichlicher Niederschlag am Boden bildet; dabei entsteht ein starker Estergeruch, der sich ziemlich lange erhält.

Auf Zucker-Bouillon wächst das Bakterium in ähnlicher Weise, erzeugt jedoch keinen Geruch.

Agarkulturen.

Auf gewöhnl. Agarplatten entstehen auf der Oberfläche weißliche gewölbte Kolonien mit feuchtem Glanze und von runder, gleichmäßig umgrenzter Form.

Bei 50-facher Vergröß. erscheinen dieselben gleichmäßig feinkörnig, schwachdurchscheinend ohne deutliche Zeichnung.

Die in der Tiefe gelegenen Kolonien sind gelbbraun, rund oder oval.

Strichkulturen. Den Strich entlang erscheint ein erhabener gelblich weißer Anflug, der sich schnell auf der Oberfläche ausbreitet, als saftreicher, feuchtglänzender Überzug. Nach etwa 2 Wochen nimmt der ganze Anflug gelbbraunen Farbenton an.

Das Kondensationswasser ist stark getrübt und nach einigen Tagen bildet sich ein reichlicher Bodensatz.

Stichkulturen. An der Einstichstelle erfolgt lebhafte Vegetation; die Kultur bedeckt in kurzer Zeit die ganze Agaroberfläche mit einer 1 mm. dicken, feuchten, saftigen, anfangs gelblichweißen, später bräunlichen Schicht. Den Stichkanal entlang erscheint das Wachstum in Gestalt eines einheitlichen nach unten sich verschmälernden Fadens. Im oberen Teile desselben lassen sich jedoch oft feine strahlig angeordnete Ausläufer, besonders in alten Kulturen, beobachten.

2%iger Traubenzuckeragar.

Die Kultur unterscheidet sich nicht von der auf gewöhnlichem Agar gewachsenen.

Milch.

Das Bakt. bringt Milch in 4 Tagen zur Gerinnung, wobei ein starker Estergeruch sich bemerkbar macht, der nach ca 14 Tagen einem unangenehmen Käsegeruch weicht.

Auf Kartoffeln bildet das Bakterium einen graugelben erhabenen Belag, der sich als feuchter, saftiger Überzug mit scharf begrenzten Rändern auf der Oberfläche ausbreitet, wobei die Färbung später in Dunkelbraun übergeht.

Auf Rüben-Nährböden entwickelt es sich gut, jedoch ohne besonders charakterisches Wachstum.

Zuckerhaltige Nährböden (Dextrose, Laktose, Maltose, Saccharose) bringt dieses esterbildende Bakterium zur Gährung, jedoch

ohne Gasentwickelung; dabei treten Milchsäure, Essigsäure und geringe Mengen von Buttersäure auf.

Einen höheren Säuregehalt verträgt das Bakterium jedoch nicht, daher steigt auch die Gesamtsäure auf zuckerhaltigen Nährböden kaum zu einer Höhe von 3·5—4 ccm $^1/_{10}$ n KOH im Verhältnis zu 20 ccm Kultur an. Gasentwickelung findet nicht statt.

Indol wird weder in Bouillon noch in Gelatine gebildet.

Esterbildendes Bakterium Nr. II.

Unter dem Mikroskop erscheint es als kleine 0·6 μ dicke, 1·7 bis 2 μ lange Stäbchen, die häufig zu zweien, manchmal in kürzeren oder längeren Fäden angeordnet sind. Im hängenden Tropfen zeigen sie sehr lebhafte Eigenbewegungen, die durch 2—4 gewöhnlich an einem, seltener (vor der Teilung) an beiden Enden sitzende Geißeln bewirkt wird. Anilinfarben nehmen diese Stäbchen gut auf, nach Gram entfärben sie sich. Sporenbildung findet nicht statt.

Kulturen auf gewöhnlicher Gelatine.

Platten. Schon 2 Tage nach der Aussaat erscheinen flache, gelbliche, matt durchscheinende Kolonien von 3 mm Durchmesser mit gezackten Rändern. Diese vergrößern sich allmählich auf der Oberfläche, wobei sie eine grünlichgelbe Farbe annehmen. Manchmal zeigt sich eine deutliche Zeichnung auf ihnen in Gestalt von Äderchen, die von der etwas vorgewölbten Mitte nach dem Rande zu verlaufen.

Im Umkreise der Kolonien wird die Gelatine lebhaft grünlich fluoreszierend. Bei 60-facher Vergröß. zeigen sie einen Bau und einen Zeichnungscharakter, welche den Kolonien von Bact. coli sehr ähnlich sind.

Das Aussehen der oberflächlichen Kolonien ist nämlich kleinkörnig und manchmal mit kurzen, flachen Füßchen versehen. Die Ränder sind scharf begrenzt, gelappt; die Färbung ist blaßgelblich. Die tieferen Kolonien sind rundlich oder spindelförmig, von gelbbräunlicher Farbe.

Stichkulturen. An der Stichöffnung macht sich auf der Gelatineoberfläche ein lebhaftes Wachstum bemerkbar in Gestalt eines flachen ausgebreiteten Aufluges mit scharf begrenzten, lappigen Rändern.

Die Oberfläche des Belages ist in der Mitte glänzend, nach dem Rande zu irisierend. Den Impfkanal entlang tritt nur sehr schwaches, kaum bemerkbares Wachstum auf.

Die Gelatinesäule zeigt im oberen Teile eine grünliche Fluoreszenz. Der Nährböden wird durch das Bakterium nicht aufgelöst.

Alle Gelatine-Kulturen zeichnen sich in den ersten Tagen durch angenehmen, kräftigen Obstgeruch aus, dem nach 4—5 Tagen der Geruch von von Trimethylamin folgt.

Strichkulturen auf schräger Gelatine ergeben einen flachen, fast die ganze Oberfläche überziehenden, feucht glänzenden Anflug von gelblichgrüner Farbe, während das Nährsubstrat stark fluoresziert.

Agarkulturen.

Die Kolonien auf Agarplatten unterscheiden sich von den ihnen ähnlichen auf Gelatine gezüchteten dadurch, daß sie mehr gewölbt sind, während die Lappenbildung der Ränder und der feuchtschleimige Glanz weniger hervortritt.

Strichkulturen. Den Impfstrich entlang entsteht ein üppiger, saftiger, weißlich durchscheinender Anflug von schleimigem Glanze, mit ungleichmäßigen, gleichsam zartgezähnten Rändern.

Stichkulturen. Auf der Agaroberfläche bildet sich eine mächtige Vegetation in Gestalt eines dichten gelblichgrünen Überzuges, der in kurzer Zeit sich über die ganze Oberfläche ausdehnt, als eine bis 2 mm. hohe Schicht.

Den Impfkanal entlang zeigt sich nur eine schwache fadenförmige Entwickelung.

Auf Zucker sowie auf Glyzerin-Agar wächst das Bakterium ebenso wie auf gewöhnlichem Agar, nur etwas weniger mächtig und mit schwächerer Esterbildung.

Auf gewöhnlicher Bouillon, die sich bei Temperatur von 18—20° C nach 3 Tagen gleichmäßig und stark trübt, entsteht ein dünnes Häutchen auf der Oberfläche, das erst nach längerer Zeit als kompakter Bodensatz nach unten sinkt.

Die Bouillon zeigt in der ganzen Schicht eine grünliche Fluoreszenz und sendet einen charakteristischen Obstgeruch aus, während die Reaktion aus der neutralen in die alkalische übergeht. In älteren Kulturen lassen sich Spuren von Indol nachweisen.

Auf Zuckerbouillon wächst dieses esterbildende Bakterium

ebenso wie ohne Zuckerzusatz, wobei es weder Gas noch Säuren entwickelt; deshalb bringt es auch Milch nicht zur Gerinnung.

Auf Milch gezüchtet erzeugt es einen starken lange anhaltenden Estergeruch. Charakteristisch ist sein Verhalten auf Lackmusserum. In der Zeit von 48 h entsteht auf dieser Nährflüssigkeit ein Häutchen, wobei sich die Flüssigkeit infolge des Umschlages der Reaktion bläut. Nach einigen Tagen entfärbt sich die Flüssigkeit in den tieferen Schichten infolge der Reduktion des Farbstoffes vollständig; beim Umschütteln nimmt sie jedoch wieder die blaue Farbe an.

Auf Kartoffeln zeigt das Bakterium ein üppiges Wachstum, wobei es einen leicht erhabenen graugelblichen, schleimig-glänzenden, saftigen Überzug bildet, der die ganze Oberfläche bedeckt.

Auf roten Rüben entwickelt es sich ähnlich, aber weniger ausgiebig; auf diesen beiden letzteren Nährböden entsteht jedoch nur ein schwacher Geruch.

Auf Rübenextrakt wächst es ziemlich gut, ähnlich wie auf Bouillon, sofern die Reaktion des Nährsubstrates nicht sauer ist, da schon bei schwacher Azidität kein Wachstum erfolgt. Die günstigste Temperatur für das Bakterium liegt zwischen 18—20° C; bei 37° C erlischt sein Wachstum vollständig. Dieses esterbildende Bakt. Nr. II ist wahrscheinlich identisch mit dem von Maassen isolierten, leider nicht näher beschriebenen, *Bacillus estrificans fluorescens* [1].

Aus dem bei 25° vergährten Rübenaufguß züchtete ich, wie bereits oben bemerkt wurde, außer den beschriebenen Mikroorganismen noch drei Arten von Stäbchen, die ich hier in Kürze charakterisieren will, zwar nicht aus dem Grunde, weil sie etwa eine besondere Rolle bei der Barszcz-Gährung spielen, da ein guter Barszcz nicht bei höherer Temper. als 22° C bereitet wird, sondern deshalb, weil Epstein jener Art der Mikroorganismen die Gährung der roten Rübenaufgusses zuschreibt.

Alle diese drei Stäbchen sind in der Tat Säurebildner, die die

[1] Maassen, Arb. aus d. Kais. G. Amte, Bd. XVII 1898, Trächätherbildende Bakterien.

Milchgährung des Zuckers bewirken, jedoch unfähig sind, die dem Barszcz eigentümliche Gährung herbeizuführen.

Stäbchen von Typus α

Auf gewöhnlicher Gelatine bildet das Bakterium sehr kleine stecknadelkopfgroße Kolonien, die den Nährboden nicht auflösen; auf Zucker und Rübengelatine fallen die Kolonien etwas größer aus. Unter dem Mikroskope erscheinen sie als kurze kokkenähnliche zu zweien, oder in kurze Ketten angeordnete Stäbchen, die sich stark nach Gram färben. Im hängenden Tropfen zeigen sie keine Bewegung. Zuckernährböden vergähren sie. Das Verhalten dieses Stäbchens entspricht vollständig den Eigenschaften des Güntherschen Bakteriums auf sämtlichen Nährsubstanzen mit Ausnahme von Milch; diese wird nämlich durch frische Kulturen erst kaum nach zwei Wochen zur Gerinnung gebracht, während längere Zeit übergeimpfte Kulturen diese Fähigkeit überhaupt einbüßen.

Wir dürften es also in diesem Falle wahrscheinlich mit einer Abart des Güntherschen Bakteriums zu tun haben, welche Wehmer u. später Butjagin aus Sauerkraut isolierten.

Stäbchen vom Typus β.

Dieses wurde nur einmal gefunden; es erscheint unter dem Mikroskop in der charakteristischen Gestalt von dicken, kurzen Stäbchen, die jedoch manchmal als längere vereinzelt, oder in Ketten liegende Fäden auftreten. Im hängenden Tropfen zeigt dieses Bakterium lebhafte Eigenbewegung. Nach Gram wird es entfärbt. Auf gewöhnlicher Gelatine bildet es gewölbte, rundliche, weiße, saftige Kolonien von 1 – 2 mm. Durchmesser, die den Nährboden nicht auflösen. Milch wird weder bei Zimmerwärme noch bei Temp. über 25° C zur Gerinnung gebracht.

Stäbchen vom Typus γ.

Dieses ruft auf gewöhnlicher Gelatine große, flache, matt durchscheinende Kolonien von 3 mm Durchmesser, die ein glasiges Aussehen besitzen, hervor. Unter dem Mikroskop erblicken wir kurze, schlanke Stäbchen neben längeren Fäden. Nach Gram entfärbt sich das Bakterium. Im hängenden Tropfen zeigt es lebhafte Eigenbewegung. Zuckerhaltige Nährböden bringt es zur Gährung. Milch

gerinnt unter seinem Einfluß sowohl bei Zimmerwärme, wie bei Temper. von über 25° C in 4—6 Tagen. Lackmusserum wird gerötet und später in den tieferen Schichten entfärbt.

Chemische Untersuchung.

Zur qualitativen Untersuchung verwandte ich ausschließlich Proben von Barszcz eigener Erzeugung, wobei ich die schon anfangs beschriebenen Bereitungsvorschriften genau einhielt.

Aus den Gährungsprodukten trachtete ich vor Allem die organischen Säuren auszuscheiden. Dazu wurden 2 Liter Sauerbrühe durch kohlensaures Natron neutralisiert und bis zur Syrupkonsistenz eingedampft. Nach Versetzung mit konz. Phosphorsäure wurde die Mischung mit Wasserdampf abdestilliert, bis die übergehende Flüssigkeit keine sauere Reaktion mehr aufwies. Den Destillations-Rückstand stellte ich zur weiteren Untersuchung bei Seite. Das mit Natronlauge neutralisierte Destillat wurde bis zur Syrupkonsistenz eingedampft, nochmals mit Phosphorsäure versetzt und von neuem überdestilliert.

Das zuletzt erhaltene Destillat roch stark nach Essigsäure und gab nach der Neutralisation mit Soda mit neutralem Eisenchlorid dunkelrote Färbung und beim Erwärmen einen rostbraunen Niederschlag des basischen Salzes. Beim Erhitzen mit Alkohol und konz. Schwefelsäure trat der charakteristische Geruch nach Essigäther, sowie auch beim Erwärmen mit trockenem essigsaurem Natron und arseniger Säure der Geruch nach Kakodyl auf. Dagegen gab das Destillat nach Neutralisation mit Ammoniak und Erwärmen mit Silbernitrat gar keine Reduktion, was das Nichtvorhandensein von Ameisensäure bewies. Die Prüfung auf Buttersäure sowohl durch Sättigung der Lösung mit Chlorcalcium, sowie durch Erwärmen mit Alkohol und Schwefelsäure (Fehlen des charakteristischen Geruches von Buthyläther) fiel negativ aus. Das alleinige Vorhandensein der Essigsäure im Destillate bewies auch schließlich die Analyse des Silbersalzes. Ein Teil des Destillats wurde mit Sodalösung neutralisiert, die Lösung zweimal auskrystallisiert und sodann mit Silbernitrat gefällt. Das gründlich ausgewaschene, aus heißer Lösung umkrystallisierte und im Vacuum getrocknete Silbersalz wurde zur Analyse benützt:

0·5086 Substanz gab nach dem Glühen: 0·3262 Ag, demnach für $C_2H_3O_2$ Ag

Gef.	Ber.
Ag 64·13%	64·67%

Von flüchtigen Fettsäuren wurde also im Barszcz nur Essigsäure aufgefunden.

Der nach Entfernung der flüchtigen Säuren verbliebene Rückstand wurde im Schwartz'schen-Apparat mit Äther durch einige Tage erschöpft. Nach Verflüchtigung des Äthers verblieb eine syrupartige, gelblich gefärbte und stark sauer reagierende Flüssigkeit, die nach Verdünnung mit Wasser sehr deutlich die Uffelmannsche Reaktion ergab.

Die wässerige Lösung wurde mit Zinkkarbonat neutralisiert, filtriert, das Filtrat durch Tierkohle entfärbt und schließlich bis auf ein kleines Volumen eingedampft und zur Krystallisation überlassen. Beim Abkühlen der Flüssigkeit schieden sich bald in reichlicher Menge Krystalle aus, welche unter dem Mikroskope die charakteristischen Formen des Zinklaktates zeigten. In dem wiederholt umkrystallisierten Salze wurde die Krystallwasser- und Zinkbestimmung vorgenommen:

0·4782 g. Substanz ergaben nach dem Trocknen bis zum konstantem Gewicht bei 100° 0·3916 gr.

d. i. für $(C_3H_5O_3)_2Zn + 3H_2O$ (optisch inaktives Zinklaktat):

Gef.	Ber.
H_2O 18·10%	18·17%

Bei der Zinkbestimmung ergaben 0·3916 gr. auf obige Art ausgetrockneten Salzes nach dem Glühen 0·1310 ZnO.

d. i. für $(C_3H_5O_3)_2Zn$

Gef.	Ber.
Zn 26·8%	26·9%

Die isolierte Säure war daher zweifellos optisch inaktive Milchsäure. Zur weiteren Ausscheidung der Gährungsprodukte wurden im Vakuum 2 Liter Barszcz bis auf den achten Teil der verwendeten Menge eingedampft und mit 97% Alkohol gefällt, wobei der letztere unter stetem Umrühren eingegossen wurde. Hierbei schied sich ein reichlicher Niederschlag aus, welcher sich zu gummi-

artiger Masse zusammenballte und an dem Glasstabe haften blieb. Diese Masse wurde bei weiterem Alkoholzusatz immer härter und bildete am Boden des Gefäßes einen formlosen, noch etwas plastischen Klumpen. Nach dem Abgießen des Alkohols wurde er in Wasser aufgelöst, wobei man eine trübe, rötliche, stark schleimige Flüssigkeit erhielt.

Trotz wiederholter Auflösung und Fällung mit Alkohol enthielt diese Substanz dennoch stets Beimengungen von Mineralsalzen, sowie Stickstoffverbindungen und Farbstoff. Behufs weiterer Reinigung wurde die Masse in mit verdünnter Salzsäure angesäuertem Wasser aufgelöst und die Lösung durch 2 Stunden bei etwa 45° C erwärmt. Nach entsprechender Verdünnug erhielt man eine Flüssigkeit, die nicht mehr fadenziehend war. Dieselbe wurde nach Entfärbung mit Tierkohle durch Porzellanfilter abgesaugt. Das Filtrat war farblos, durchsichtig und nur in dicker Schicht kaum etwas opalisierend. Nach der Neutralisation mit Kalilange wurde es bis auf ein kleines Volumen eingedampft und mit der 6-fachen Menge Alkohol gefällt. Auf diese Weise erhielt man einen kleinflockigen, vollkommen weißen, noch etwas an den Wänden des Becherglases haftenden Niederschlag, der auf Büchner'schem Filter gesammelt und gründlich mit 70% Alkohol gewaschen wurde.

Nach wiederholter Lösung und Alkoholfällung der mit Salzsäure angesäuerten Flüssigkeit stellte der schließlich erhaltene Niederschlag nach gründlichem Auswachsen und Trocknen weiße Klümpchen dar, die Ähnlichkeit mit Dextrin hatten und sich leicht pulverisieren ließen. Der Körper enthielt nunmehr keine Stickstoffverbindungen, ließ jedoch nach dem Verbrennen immer noch eine geringe Menge Asche zurück, welche ich auch bei erneuter Reinigung ohne allzu bedeutende Materialverluste nicht hatte entfernen können.

Der erhaltene Körper löst sich ziemlich langsam in Wasser, leichter bei Zusatz von Salzsäure, schwieriger in Gegenwart von Alkali. In reiner Lösung zeigt er neutrale Reaktion und faden Geschmack. Er wird bei mäßiger Konzentration durch Bleiessig, Kupferhydratlösung, sowie auch durch Gerbsäure gefällt; polarisiertes Licht dreht er stark nach rechts. Fehling'sche Lösung reduziert er nicht direkt, nach dem Kochen mit Salzsäre erfolgt jedoch deutliche Reduktion. Der durch Hydrolyse entstandene Körper dreht ebenfalls die Polarisationsebene nach rechts und bildet mit Phenylhydrazinazetat charakteristische Krystalle von Phenylgluko-

sazon, mit einem Schmelzpunkte bei 204° C. Die beschriebenen Eigenschaften bestätigen in vollem Maße, daß dieser aus Barszcz isolierte Körper mit dem sogenannten Dextran identisch ist, welchen man öfters bei der schleimigen Gährung des Rohrzuckers findet.

Nach der Fällung des Dextrans wurde die verbliebene alkoholische Flüssigkeit filtriert und mit $^1/_3$ Volumen äthyläther versetzt. Die anfangs stark getrübte Flüssigkeit schied beim Absetzen reichliche Menge eines krystallinischen Niederschlages am Boden und an den Wänden des Gefäßes aus. Dieser, auf einem Büchner'schen Filter gesammelt, stellte nadelförmige, weiße, seidenglänzende Kryställchen, von leichter Rosafärbung dar. Nach wiederholtem Umkrystallisieren aus heißer alkoholischer Lösung ließen sich ohne Mühe Kryställchen von glänzend weißer Farbe erhalten, welche beim Verbrennen keine Asche ergaben.

Dieser Körper reduziert die Fehling'sche Lösung weder direkt, noch beim Erwärmen mit verdünnter Salzsäure. Nach längerem Kochen mit Fehling'scher Lösung und nach mehrstündigem Stehen scheidet sich eine unbedeutende Menge von Kupferoxydul ab. Er gibt auch gar keine anderen, den Zuckerarten eigenen Reaktionen, trotzdem er einen deutlich süßen Geschmack besitzt. Die reine Lösung dieses Körpers ist optisch inaktiv, bei Versetzung mit Borax jedoch dreht sie die Polarisationsebene nach rechts. Der Schmelpunkt betrug 163—164° C (uncorr.).

Auf Grund der beschriebenen Eigenschaften, sowie des gefundenem Schmelzpunktes, konnte man diesen Körper als Mannit ansprechen, was auch die unten angegebenen Analysen bestätigen:

0·1856 gr. Substanz ergaben beim Verbrennen $CO_2 = 0·2662$, $H_2O = 0·1231$.

Für $C_6H_{14}O_6$:

Gefunden	Berechnet:
C — 39·11%	C — 39·56%
H — 7·43%	H — 7·69%
O — 53·46% (diff.)	O — 52·75%

Mannit findet sich im Barszcz in verhältnismäßig großer Menge. Aus 2 Litern erhielt ich über 12 gr. ziemlich reiner Substanz.

Da weder Mannit noch Dextran im Rotrübenauszug vorkommen, muß man annehmen, daß ihre Anwesenheit im Barszcz aus der Gährung resultiert.

Zucker konnte im fertigen Barszcz nicht nachgewiesen werden. Die Reduktion der Fehling'schen Lösung, die derselbe nach dem Kochen mit verdünnter Salzsäure hervorruft muß auf die Anwesenheit des Dextrans bezogen werden, da nach dessen Beseitigung mit Hilfe des Alkohols und nach Entfernung des letzteren die Kupferlösung gar nicht reduziert wird.

Es ist überflüssig hervorzuheben, daß ich bei Analyse der Gährungsprodukte mich nicht nur auf eine einzelne Probe beschränkte, sondern daß ich Sauerbrühen verschiedener Provenienz in Untersuchung nahm.

Behufs genauer Erkennung der Zusammensetzung von Barszcz stellte ich außerdem eine ganze Reihe von quantitativen Bestimmungen an. Dabei wurde berücksichtigt: Spez. Gewicht, die Azidität, Trockenrückstand, Asche, Gehalt an Essigsäure und Milchsäure. Gesamtstickstoff, sowie Eiweißkörper, Dextran und Gesamtphosphor.

Die Gesamtazidität bestimmte ich durch Titration mit $^1/_{10}$ n-KOH, wobei Lackmus als Indikator diente. Es ließ sich übrigens die Endreaktion im Barszcz leicht erkennen, da bei der Neutralisation die ursprüngliche rote Farbe einen violetten Anflug annimmt.

Der Trockenrückstand wurde durch Abdampfen von 10—20 cm Flüssigkeit auf dem Wasserbade und durch Trocknen bei 105° C bis zum konstanten Gewicht bestimmt, die Asche durch vorsichtiges Verbrennen festgestellt. Zur Bestimmung der Essigsäure wurde 50 cm³ Sauerbrühe im Wasserdampfstrom bis zum Übergang aller flüchtigen Säure destilliert und die Azidität des Destillats mit $^1/_{10}$ n-Kalilauge titriert.

Der Milchsäuregehalt wurde im Ätherauszug ermittelt, den ich mit Hilfe des Schwartz'schen Apparates entweder unmittelbar aus der Sauerbrühe (nach Zugabe der Phosphorsäure), oder aus dem Destillationsrückstand erhielt; im ersten Falle wurde natürlich der der Essigsäure zukommende Anteil von der Gesamtazidität abgezogen.

Des Gesamtstickstoff wurde unter Anwendung der gewöhnl. Kjeldal'schen Methode gefunden. (Indikator Rosolsäure; Titrieren mit $^1/_{10}$ n KOH).

Den Dextran bestimmte ich ebenfalls von der Ansicht ausgehend, daß bei dem Mangel einer genaueren Methode, eine wenn auch nur annähernde Bestimmung wünschenswert erschiene. Es

wurden dazu 100 cm³ Sauerbrühe mit Kalilauge neutralisiert, auf ein Volumen von 30—40 cm³ eingedampft und mit der mehrfachen Menge von 97% Alkohol gefällt. Der auf einem Büchner'schen Filter abgesaugte und genügend ausgewaschene Niederschlag wurde in einer kleinen Menge lauen Wassers aufgelöst und wiederholt mit starkem Alkohol gefällt. Der auf dem Filter gesammelte Niederschlag wurde wiederum in Wasser aufgelöst, die Lösung eingedampft und der Rückstand bei 105° C bis zum konst. Gewicht getrocknet gewogen (A), dann verbrannt und auch das Gewicht der Asche festgestellt (B).

Die vereinten alkoholischen Filtrate wurden abgedampft und der Gehalt an Stickstoff bestimmt. Aus der Differenz des Gesamtstickstoffs im Barszcz konnte die Stickstoffmenge, die im Dextranniederschlage als Eiweißstoffe beigemengt war (multipliziert mit Koeff. 6·25 = C) berechnet werden. Nach Abzug der Asche und der Eiweißstoffe vom Gewicht des ganzen getrockneten Niederschlages [A — (B + C)] ergab sich beiläufig das Gewicht des Dextrans. Die Eiweißstoffe wurden nach Stutzer bestimmt.

Der Gesamtphosphor wurde nach der üblichen Methode durch Schmelzen des Trockenrückstandes von 100 cm³ Barszcz mit Soda und Salpeter, Auflösung der Schmelze in salpetersäurehaltigem Wasser, Fällung mit Molybdänammonium und Wägung als Magnesiumpyrophosphat bestimmt.

Die Analyse von 5 Barszcz-Proben von verschiedener Provenienz ergab folgende Resultate:

Siehe Tafel Seite 48.

Wie ersichtlich variiert die Zusammensetzung des Barszcz, was die Azidität anbelangt, nur in engen Grenzen, dagegen kommen größere Differenzen im Gehalt von Dextran und Stickstoffverbindungen vor. Diese Differenzen hängen vor Allem von der Zusammensetzung der roten Rüben ab.

Die Dextranmenge steht in einem einfachen Verhältnis zum Zuckergehalt der roten Rüben, wenn auch der Einfluß der Temperatur, bei welcher die Gährung vor sich geht, hierbei eine nicht untergeordnete Rolle spielt. Hoher Zuckergehalt der Rübenmazerate und verhältnismäßig niedrige Zimmertemperatur (17—18° C) sind vorteilhaft für die Bildung größerer Dextranmengen im Barszcz.

Der Vollständigkeit halber wurde auch zweimal die bei Ver-

Barszcz	I.	II.	III.	IV.	V.
Beschaffenheit	stark schleimig	stark schleimig	viscos	viscos	viscos
Sp. Gew. b. 16°C	1·1708	1·0170	1·0160	1·0139	1·0156
	Enthält in 1000 cm³ Flüssigkeit				
Trockenrückstand	44·780	40·200	36·540	35·060	36·430
Asche	3·847	3·391	2·402	3·380	3·930
Gesamtazidität (in 1 L. auf Milchsäure berechnet) .	6·624	6·570	5·868	6·156	5·868
Essigsäure	2·016	1·704	2·100	2·064	1·896
Milchsäure	3·546	4·320	3·494	3·492	3·367
Gesamtstickstoff	0·714	0·708	0·462	0·425	0·446
Eiweißstoffe	2·520	1·411	1·004	0·587	0·573
Dextran	15·102	13·730	4·353	5·336	7·522
Gesamtphosphor ber. als P_2O_5	0·312	0·360	0·387	0·311	0·247

brennung des Trockenrückstandes der Barszcz-Proben zurückgebliebene Asche analysiert.

Die Asche von einem Liter Barszcz enthielt:

	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	Cl	SiO_2
I.	1·573	0·239	0·0255	0·1174	0·0038	0·1740	0·0653	0·3784	0·0096
II.	1·361	0·558	0·0310	0·0769	0·0012	0·1440	0·0655		0·0062

Die Zusammenfassung der angeführten Untersuchungsresultate führt zu folgenden Schlüssen:

1. Die Barszcz-Gährung ist eine schleimige Gährung, welche durch einen spezifischen Mikroorganismus (Bacterium betae viscosum) in der Mazerationsflüssigkeit der roten Rüben bei Temp. von 18—20° C verursacht wird.

2. Diese Gährung erfolgt auf Kosten des in den roten Rüben enthaltenen Rohrzuckers; ihre Produkte sind außer Dextran, welcher dem Barszcz die Dickflüssigkeit resp. Viscosität verleiht, Mannit, ferner Essig- und Milchsäure.

3. Bei höherer Temperatur als 25° C unterliegt der Rübenaufguß der Milchgährung, die ihn zwar sauer macht, ohne jedoch einen guten Barszcz zu erzeugen.

4. Schließlich nehmen im Anfange des Gährungsprozesses auch esterbildende Bakterien teil, welchen der Barszcz seinen eigentümlichen, angenehmen Geruch verdankt.

Lemberg im Januar 1905.

Hygienisches Institut der Universität.

Erläuterung der Tafel.

A. Bact. betae viscosum. Plattenkultur auf Rübensaftgelatine. 8 Tage alt.

B. Bact. betae viscosum. Stichkultur in Zuckeragar (mit 10% Saccharose).

C. Bact. betae viscosum. Reinkultur auf schrägem 2% Dextrose-Agar. Ausstrichpräparat.

D. Bact. betae viscosum. Ausstrichpräparat aus „Barszcz". (C. u. D. Reichert Oc. Nr. III. Homog. Immers. 1/18 Ap. 1·25).

---

4. Mme M. KRAHELSKA. **Zapłodnienie odłamków jaj jeżowców i pierwsze okresy ich podziału.** *(Sur le développement mérogonique des oeufs du Psammechinus).* Mémoire présenté par M. C. Kostanecki m. t.

(Planches II, III, IV).

Introduction.

Dans la littérature scientifique, le problème du développement mérogonique a été posé pour la première fois par Rostafiński en 1877 [1]). Mais le travail de Rostafiński, publié en polonais, est resté presque inconnu. C'est aux Hertwig que l'opinion courante attribue la première observation sur le développement des fragments [2]). En effet, O. et R. Hertwig les premiers ont attiré l'attention sur le fait que le développement peut se produire aussi bien dans les fragments

[1]) „Dividua ovi natura", Acad. d. Sciences à Cracovie.

[2]) „Ueber die Befrucht. u. Theilungsvorgang d. tierischen Eies unter dem Einfluss äusserer Agentien" 1887.

nucléés que dans les fragments anucléés. Boveri s'est occupé d'une façon plus spéciale de la question du développement des fragments anucléés [1]). Il appuie sur l'importance qu'a, pour la théorie de l'hérédité, l'observation des embryons issus des fragments anucléés fécondés, car ces embryons n'ont alors dans leur développement que la chromatine d'origine paternelle. Boveri a démontré que chez les larves, obtenues de ces fragments fécondés par des spermatozoïdes d'une espèce étrangère, on ne retrouve que les caractères paternels et il y voit une preuve de la théorie, quiattribue la transmission des caractères héréditaires exclusivement à la substance nucléaire.

En même temps que Boveri, Seeliger [2]) et Morgan [3]) se sont occupés du développement mérogonique. Seeliger se borne surtout à la polémique avec Boveri en ce qui concerne ses conclusions sur la théorie de l'hérédité. D'après les observations de Morgan le développement des fragments se ferait plus lentement que le développement normal et il ne se produirait que dans des cas relativement peu nombreux. Dans les figures karyokinétiques, pendant la segmentation, se répète constamment le nombre dédoublé des chromosomes: démonstration de thèse de l'individualité des chromosomes.

Le champ d'expériences sur la mérogonie a été étendu par Delage [4]) qui a observé non seulement le développement des fragments d'oeufs des oursins (dont on se servait jusqu'alors exclusivement comme d'objet d'études), mais aussi celui des mollusques (Dentalium) et des vers (Lanicia cochlygea). Delage dans ses travaux insiste sur l'importance des études du développement mérogonique pour la théorie de la fécondation en général. La constatation du développement et de la fécondation des fragments anucléés nous prouve l'activité du cytoplasme ovulaire.

Les fragments provenant des oeufs non mûrs, ne subissent pas la fécondation. Ainsi donc le processus de la maturation comprend non seulement les noyaux, mais aussi le cytoplasme des oeufs. Le

[1]) „Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterl. Eigenschaften" 1889, „Ueber die Befruchtung u. Entwicklungsfähigkeit kernloser Seeigel-Eier" 1896.

[2]) „Giebt es geschlechtl. erzeugte Organismen ohne mütterl. Eigenschaften" 1895.

[3]) „The fertilisation of non nucleated fragments of echinoderm eggs" 1895.

[4]) „Embryons sans noyau maternel" 1898, „Etudes sur la mérogonie" 1899, „Etudes sur la maturation cytoplasmique" 1901.

fait que les fragments se laissent féconder aussi difficilement que les oeufs entiers par les spermatozoïdes d'une espèce étrangère, montre que la propriété immunisante doit être inhérente au cytoplasme.

Delage rejette la thèse de l'invidualité des chromosomes. D'après lui, les larves mérogoniques contiennent dans les figures karyokinétiques de leurs cellules, le nombre normal des chromosomes réglé par la faculté autorégulatrice de l'oeuf. Le développement mérogonique se ferait d'ailleurs, d'après ses expériences, d'une manière normale, sans différence in minus dans le temps.

C'est aussi l'avis de Wilson [1]) quia observé le développement des fragments des oeufs du cerebratulus marginatus. La période pendant laquelle on pourrait obtenir des fragments fécondables et aptes à poursuivre leur développement durerait, d'après lui, depuis la cessation du processus de la maturation jusqu'au moment de la fécondation des oeufs entiers.

La mérogonie a été étudié ensuite par Giard [2]), Rawitz, Ariola et Winkler [3]); les trois premiers se sont servis pour leurs observations des oeufs des oursins. Le dernier a observé le développement mérogonique des oeufs d'un végétal (cystosira barbata).

En général dans tous les travaux cités ici, le développement mérogonique a été observé principalement dans ses manifestations extérieures. Dans ces expériences, il s'agissait surtout — d'une part de s'assurer si réellement les fragments, surtout les fragments anucléés, pouvaient être fécondés et se développer d'une façon normale — d'autre part d'obtenir dans le développement mérogonique les stades les plus avancés qu'il soit possible. L'évolution interne du processus de la fécondation et du développement initial mérogonique n'a pas été étudiée de plus près.

Méthodes.

Pendant le semestre d'été 1904 j'ai fait, dans le laboratoire de l'Institut d'Anatomie descriptive, des expériences sur le développement mérogonique. Comme objet d'études, j'employais les oeufs de l'oursin psammechinus (echinus microtuberculatus).

[1]) „Experiments on escavage and localisation in the nemertine egg." 1901

[2]) „Pour l'histoire de la mérogonie" 1901, „Sur le développement parthénogénétique de la Microgamète de métozoaires" 1899.

[3]) „Ueber Merogonie und Befruchtung" 1901.

Les fragments, obtenus par le secouage et fécondés immédiatement après, étaient cultivés soit dans l'eau de mer naturelle, envoyée avec les animaux de la station zoologique de Trieste, soit dans l'eau de mer artificielle. Cette dernière était préparée d'après la formule donnée par Herbst dans son dernier travail.

Dans les deux expériences où la culture était faite dans la solution de Herbst, j'ai obtenu des phases du développement plus avancées que dans le cas où j'employais l'eau de mer naturelle. Les oeufs non fragmentés ont atteint dans l'eau de mer artificielle le stade de pluteus, tandis que les oeufs qui étaient cultivés dans l'eau de mer naturelle n'ont pas atteint le stade de blastula nageante.

Il faut expliquer cette différence dans le développement par ce que l'eau de mer a dû être souillée par les animaux pendant le transport. L'application de l'eau artificielle rend donc possible de faire des expériences, même dans les instituts situés loin de la mer.

J'observais la marche du développement d'une part in vivo, en transportant toutes les 15 minutes quelques-uns des fragments sur un verre de montre pour les étudier au microscope, d'autre part sur les coupes. Pour la fixation, je me suis servie du liquide de Perenyi. Après le passage dans les alcools, l'alcool absolu et le xylol, — les oeufs étaient inclus à la paraffine.

Les coupes de 5—10 μ d'épaisseur, ont été colorées à l'hématoxyline à l'alun de fer de Heidenhain, combinée avec le bordeaux β, ou à l'hématoxyline de Delafield avec l'éosine.

Pour compléter les résultats de mes expériences, j'ai profité des préparations des phases du développement mérogonique des oeufs de l'oursin Strongylocentrotus lividus, faites par le Dr. E. Godlewski à Naples. Les fig. 2 et 15 représentent les fragments des oeufs de Strongylocentrotus.

Arrondissement des fragments.

Les fragments obtenus par voie de secouage, ont présenté, immédiatement après la cessation du secouage, des formes très variées. Si les oeufs employés pour les expériences étaient sains, la plupart des fragments étaient de forme ovale, ou ellipsoïdale.

Mais si l'on observait pendant quelque temps un de ces fragments fortement allongés, on pouvait remarquer que, déjà au bout de 10—15 minutes, son aspect extérieur avait changé d'une façon manifeste, et tendait, en s'arrondissant graduellement, à reconstituer

la forme sphérique propre aux oeufs entiers. Au bout de 25—30 minutes, les fragments dans lesquels ce processus s'était manifesté, avaient déjà la forme sphérique complètement reconstituée.

Les esquisses qui suivent représentent le processus d'arrondissement, observé dans deux fragments dans quelques phases successives de leur évolution.

Fig. 1

Les Nr. 1, 2 et 3, premier fragment, étaient dessinés dans les intervalles de 5 minutes, le Nr. 1 ayant été fait 10 minutes après la fécondation. L'arrondissement y évoluait d'une façon normale. Au bout de 20 minutes ce fragment avait pris une forme presque complètement sphérique. Les Nr. 4, 5 et 6 se rapportent à un cas un peu différent. Ici une partie seulement du cytoplasme du fragment, prend part au processus de l'arrondissement; l'autre partie, relativement insignifiante paraît rester inactive et à la fin de ce processus, elle se trouve située en dehors de la periphérie du fragment arrondi.

Des fragments pareils donnent des images qui rappellent celles de la segmentation irrégulière. Cependant le fait qu'on peut les observer déjà 20 à 30 minutes après la fécondation, nous démontre qu'il ne s'agit pas d'une segmentation irrégulière. Selon la règle, la segmentation se produit beaucoup plus tard. De même, il ne peut y être question de la décomposition dégénérative du cytoplasme du fragment, car, des deux parties, celle qui s'arrondit se développe ensuite presque constamment d'une façon normale. Ce n'est que la partie plus petite qui dégénère.

Les observations faites au cours de toutes mes expériences, confirment le fait que la segmentation normale ne se produit que dans les fragments qui se sont arrondis auparavant. Si la segmentation a lieu même dans les fragments allongés, elle est presque constamment irrégulière.

Dans mes expériences l'arrondissement se produisait 20 à 30 minutes après la cessation du secouage. D'après Boveri il s'écoulerait près de 2 heures avant que les fragments récupèrent la forme sphérique. Il est possible que cette différence provienne de ce que Boveri a observé l'arrondissement des fragments non fécondés, tandis que dans mes expériences, les fragments ont été fécondés aussitôt le secouage fini. Peut-être est-ce la présence du spermatozoïde dans les fragments qui accélère le processus de la régulation, qui se manifeste par l'arrondissement.

Localisation du spermatozoïde et du premier fuseau karyokynétique dans les fragments.

La pénétration du spermatozoïde dans un fragment ne peut être observée in vivo d'une façon précise. Ce n'est qne la formation de la radiation qui nous montre que le fragment donné a été fécondé. Il semble que les spermatozoïdes ne pénètrent pas dans les fragments très petits. Les plus petits fragments dans lesquels j'ai vu se former la radiation, pouvaient avoir à peu près $^1/_{20}$ de volume de l'oeuf entier.

Il a été confirmé plus d'une fois que les spermatozoïdes pénètrent dans les fragments nucléés et anucléés. Cependant on manque de données précises sur la localisation des spermatozoïdes dans les fragments, surtout dans les fragments anucléés, de même que sur les changements ultérieurs qu'ils y subissent. Et, au point de vue de la biologie, cette question mérite bien d'attirer l'attention, car dans les fragments anucléés, l'attraction chimiotactique de la part des substances nucléaires ne peut pas entrer en jeu, comme on pourrait l'admettre d'après les expériences de Pfeffer. Si donc le mouvement du spermatozoïde s'y produit, il doit être considéré comme un mouvement spontané, ou assujetti à l'action de certaines forces dans les limites du cytoplasme femelle. Je n'ai que peu de préparations de fragments des oeufs du Psammechinus fixés aussitôt après la fécondation, c'est-à-dire dans la période de la marche du spermatozoïde.

Sur deux préparations seulement, j'ai vu nettement la tête du spermatozoïde. Dans ces deux cas elle était située presque tout à fait à la périphérie, précédée par le spermatozoïde avec sa radiation; donc la rotation a été déjà faite.

Nous pouvons juger de la marche du spermatozoïde d'après la localisation de la première karyokynèse. Les coupes des fragments dans la période de la première segmentation démontrent l'existence d'un rapport intime entre la localisation du fuseau et la forme et l'état du cytoplasme du fragment. Dans les fragments qui se sont arrondis antérieurement — sans tenir compte si le processus de la régulation a compris tout le cytoplasme ou seulement une de ses parties, comme par exemple sur les fig. 3 et 6 — le spermatozoïde, ou plus tard la première karyokynèse occupe la place normale, au centre. Là, où la forme irrégulière du fragment a été conservée (fig. 4) ou là où le cytoplasme a été altéré plus profondément par le processus du secouage, (fig. 5) la localisation anormale, périphérique de la figure karyokynétique se retrouve constamment.

Ainsi donc il existe un rapport constant entre la forme d'un oeuf et la localisation du spermatozoïde dans cet oeuf. Ce fait paraît plaider pour que la marche du spermatozoïde dans un oeuf ne soit pas un mouvement spontané, mais qu'elle soit soumise — plus ou moins à l'action de certaines forces dans les limites du cytoplasme ovulaire. La radiation qui se forme autour du spermocentre est une manifestation externe de l'action de ces forces. Si nous admettons avec Wilson, Ziegler et ensuite Vejdowsky et Mrazek que la radiation dans un oeuf fécondé soit exclusivement une manifestation du mouvement des molécules cytoplasmiques, le rapport constant qui existe entre l'état du cytoplasme des fragments et la localisation du spermatozoïde — ou de la figure karyokynétique — deviendra clair pour nous.

Ce spermatozoïde exerce une action de nature chimique sur le cytoplasme ovulaire. Là où ce protoplasme a été altéré plus profondément pendant le secouage, la réponse au stimulus, donnée par le spermatozoïde ne peut se manifester avec la même intensité. S'il se produit même dans le protoplasme, un mouvement se traduisant à l'extérieur par l'arrangement radié des granulations dentoplasmiques, il est trop faible pour pouvoir créer la disposition symétrique du cytoplasme autour du noyau mâle ou du spermocentre. Le mouvement, provoqué dans le cytoplasme par le spermatozoïde, coopère

peut-être avec le processus autorégulateur de l'arrondissement, en tendant aussi à la reconstitution des rapports normaux, c'est-à-dire au groupement uniforme du cytoplasme autour du noyau, situé au centre. L'un et l'autre de ces deux processus dépendra exclusivement de l'état de l'activité du cytoplasme. Le noyau ou le centre mâle sera situé, à la périphérie là où, à cause de l'altération plus profonde du cytoplasme la régénération de la forme spécifique n'a pas pu s'accomplir et où une radiation plus accentuée ne s'est pas développée.

La segmentation.

Dans mes expériences, la segmentation des fragments se passait, en général, d'une façon très inégale à partir des premiers stades du développement. Les cas de segmentation normale n'ont pu être observés que dans les fragments qui se sont arrondis auparavant.

Les données suivantes qui concernent les temps du développement des fragments sont extraites exclusivement des observations faites sur le processus de la segmentation normale des fragments.

29/IV les oeufs entiers, non secoués	la fécondation était faite	la première segmentation apparaît dans	la seconde segmentation
	1 h. 30 m.	2 h.	2 h. 35 m.
19/V les fragments . .	11 h. 30 m.	1 h. 45 m.	2 h. 05 m.
3/V „ „ . .	11 h. 50 m.	1 h. 35 m.	1 h. 45 m
2/V „ „ . .	5 h. 20 m.	1 h. 40 m.	1 h. 45 m.
2/V „ „ . .	4 h.	1 h. 47 m.	1 h. 50 m.
6/X „ „ . .	10 h. 57 m.	1 h. 45 m.	2 h.
19/V les oeufs entiers secoués	11 h. 30 m.	1 h 15 m.	1 h. 30 m.

Sans tenir compte de quelques oscillations insignifiantes, on pourrait conclure du tableau ci-dessus que le développement mérogonique se passe d'une façon plus énergique que le développement normal. Cependant cette accélération des temps peut être observée non seulement pour les fragments, mais aussi — et d'une façon plus nette encore — pour les oeufs entiers qui ont subi le secouage sans se fragmenter. Ainsi donc la différence dans les temps entre le dé-

veloppement mérogonique et le développement normal, paraît pouvoir être attribuée uniquement à l'influence exercée par le secouage mécanique. Naturellement, un secouage trop fort ne pourra provoquer une accélération dans le temps du développement.

Pour illustrer la segmentation normale dans les fragments, je donne quelques figures des premiers stades du développement. Les figures 3, 4 et 5 proviennent de la période de métaphase de la première division. Les fuseaux ont sur les pôles les centrosomes, que l'on peut voir bien nettement sur les fig. 3 et 4. Les radiations sont partout fortement développées. Dans les plans équatoriaux des fuseaux on voit les chromosomes de la couronne équatoriale (étoile-mère), après la scission longitudinale (fig. 3 et 4), dans le passage à anaphase, sur la fig. 5. La fig. 3 nous montre un fragment dans lequel du cytoplasme altéré et déformé par le secouage, s'est différencié une partie de plasme sain, en formant une cellule normale sphérique.

On voit un cas analogue sur la fig. 6: une partie de cytoplasme qui n'a pas pris part au processus régulateur de la forme, ne prend aucune part au développement. Dans la partie arrondie, la segmentation se trouve déjà dans le stade d'anaphase. A cause d'une coloration inexacte, les centrosomes avec leurs radiations n'y sont pas bien visibles.

Les figures *B*, 7 et 8 représentent les phases succesives de la période de la deuxième segmentation: le passage des noyaux-filles en état de peloton (spirème) (13) et les couronnes équatoriales, étoiles-mères, (8) de la deuxième karyokynèse. Dans ces cas les fragments se développent d'une manière normale. Les centrosomes s'y dessinent nettement.

En ce qui concerne la formation de la couche hyaline externe (Ziegler) que l'on voit constamment apparaître presque immédiatement après la fécondation autour des oeufs entiers (comme nous le pouvons observer sur la fig. Nr. 1), les fragments se comportent d'une manière extrêmement variable.

Parmi les fragments qui se développent normalement, on peut en trouver une quantité assez notable qui sont entourés d'une couche hyaline (fig. 7, 8). Il est cependant difficile d'admettre que la couche hyaloplasmique joue dans le mécanisme de la division le rôle que lui attribue Ziegler, en présence de ce fait que les fragments qui en sont dépourvus complètement peuvent se développer d'une façon normale (fig. 13).

En général là où toutes les altérations possibles, produites dans la structure intime du cytoplasme par le processus de secouage, ont été réparées ensuite par l'action régulative du cytoplasme. le développement des fragments ne diffère guère du développement normal des oeufs entiers. du moins dans les premières périodes. La seule différence entre la segmentation des oeufs entiers, normalement fécondés, et celle des fragments anucléés consiste dans ce que dans ces derniers, les anses chromatiques dans les figures karyokynétiques sont moins nombreuses.

Comme quantité normale de chromosomes pour les cellules du Psammechinus Boveri donne 18, Morgan 24, Stievens 36 chromosomes. La numération des anses chromatiques au cours des segmentations des oeufs entiers et des fragments nucléés plus grands me permet d'admettre d'une manière décisive que la quantité normale de chromosomes y est au moins supérieure à 20. Les fragments représentés sur les fig. 3, 4. 5, 6 et 8 sont donc incontestablement des fragments anucléés: le nombre de chromosomes y oscille entre 9 et 12.

Ce nombre 9—12 se répète ultérieurement au cours de la deuxième et de la troisième segmentation. L'observation des premières divisions dans les fragments anucléés paraît donc confirmer l'existence d'une individualité des chromosomes.

Je ne veux pas préjuger si la reconstitution, admise par Delage, du nombre normal des chromosomes dans les cellules des embryons mérogoniques se produit en général, ou non. Mais je peux pourtant affirmer sans restriction que d'après mes observations, elle ne se produit pas dans les premiers stades du développement. Cela s'accorde d'ailleurs avec le fait sur lequel Morgan et Boveri (02, p. 72), ont attiré déjà l'attention et qui a été tout dernièrement démontré par Petrunkévitsch. Ses observations sur le développement parthénogénétique montrent que jusqu'au stade de morula, la régéneration de chromosomes ne se produit pas dans les oeufs de strongylocentrotus.

Segmentations irrégulières.

Parmi les très nombreuses images de la segmentation anormale dans les fragments, on a pu distinguer deux types principaux d'anomalies. Les unes conistent en ce que le développement ne comprend qu'une partie du fragment, l'autre partie ne subissant pas la

segmentation; dans les autres, la segmentation se produit tout d'un coup dans quelques cellules, à cette cegmentation se joint l'inégalité et la disposition variée des blastomères formés.

Les esquisses ci-jointes, faites sur des objets vivants, représentent quelques formes de l'anomalie de développement qui consiste dans ce qu'une partie du fragment reste passive, quoiqu'elle ne se décompose pas.

fig. 2.

Le processus de la segmentation y ressemble morphologiquement à celui qu'a provoqué artificiellement Ziegler en empêchant le fusionnement des deux pronucléus. Il a divisé l'oeuf fécondé par un étranglement artificiel, en 2 parties unies par un mince passage protoplasmique: dans l'une se trouvait le pronucléus femelle, dans l'autre le spermatozoïde. On pouvait observer constamment la segmentation normale dans la partie où se trouvait le spermatozoïde; l'autre partie ne se divisait pas, bien qu'elle ne se décomposât pas pendant longtemps.

L'état anormal du plasme dans les fragments peut, en diminuant l'activité du cytoplasme, rendre impossible le fusionnement des deux pronucléus. Alors cette partie du cytoplasme qui est groupée autour du pronucléus mâle et de son centrosome (spermocentre) se développe plus ou moins normalement; l'autre partie, sans prendre part dans le développement, reste en apparence liée en quelque sorte à la partie active et, probablement grâce à la présence du noyau, peut pendant longtemps (comme nous le voyons sur les esquisses) résister à la dégénérescence.

La segmentation en quelques cellules inégales tout d'un coup, est d'habitude, comme l'a déjâ montré Boveri l'effet d'une surfécondation (polyspermie). Si plusieurs spermatozoïdes pénètrent dans un oeuf ou dans un fragment et si chacun d'eux se développe séparément, en formant une figure mitotique normale, bipolaire (fig. 11),

la segmentation peut évoluer d'une manière normale. Elle devient d'habitude anormale si la polyspermie amène la formation d'une figure karyokynétique multipolaire avec la répartition inégale des chromosomes.

On peut voir sur la fig. 10 une segmentation de cette sorte en trois cellules en même temps, provoquée probablement par ce que de deux spermocentres dans le fragment fécondé par deux spermatozoïdes (dispermie), l'un a subi la segmentation et l'autre est resté non divisé, ce qui détermine la formation d'une mitose tripolaire. Toutes les cellules y contiennent déjà des noyaux en état de repos; autour de deux on voit encore les traces de la radiation.

En dehors de ces deux formes du développement anormal, une des anomalies qui se rencontrent plus fréquemment, consiste dans la formation de deux, parfois de plusieurs noyaux dans les limites du cytoplasme non divisé du fragment (fig. 9). On n'ignore pas que sous l'effet de diverses influences nocives pour le cytoplasme (température, action des substances chimiques dans le milieu ambiant, insuffisance d'oxygène) apparaissent des images de la division du noyau sans la division du plasme. De même ici, à cause de l'altération mécanique du cytoplasme, la division du noyau peut se produire sans la division du cytoplasme, et amener la formation d'une cellule à plusieurs noyaux.

En général cependant, malgré les nombreuses irrégularités dans le développement, je n'ai pas rencontré les anomalies spéciales que l'on pourrait considérer comme caractéristiques pour le développement mérogonique. Comme facteur principal, provoquant de fréquentes anomalies de développement, il faut considérer l'altération du cytoplasme des oeufs pendant le secouage et non l'absence de pronucléus femelle.

Autotomie.

En décrivant le processus de l'arrondissement des fragments, j'ai remarqué qu'il peut ne pas comprendre la totalité du cytoplasme. Une petite partie du plasme ne prend aucune part dans le processus de la régulation de la forme; quand celui-ci est fini, elle reste en dehors de la cellule arrondie et elle subit assez rapidement la dégénérescence graduelle.

Ces particules plasmatiques, exclues de processus de dévelop-

pement ne peuvent pas être considérées comme des extraovats. Immédiatement après le secouage, autour de nombreux oeufs, on peut voir des extraovats plus ou moins grands. Ils sont produits par le processus même du secouage, mécaniquement, tandis que ici la séparation d'une partie de cytoplasme ne se montre que quelque temps après la cessation du secouage et évolue d'une façon graduelle simultanément avec l'arrondissement de la partie restante de cytoplasme de fragment. Sur les coupes des fragments fixés 1 heure $^1/_2$ après la fécondation, on peut voir ces parties séparées du cytoplasme dans des fragments assez nombreux (fig. 12, 13, 14).

D'après leur situation, on voit clairement qu'elles ont formé primitivement un tout avec le territoire cytoplasmique où se fait le développement normal. La séparation de ces deux parties peut être faite tout simplement par un sillon (fig. 13), analogue à celui de la segmentation cellulaire, ou bien par une couche hyaloplasmique différenciée (fig. 12).

Sur les fig. 12, 13 (ainsi que sur les figures 3 et 6) dans le plasme situé en dehors du territoire où se fait le développement, on ne voit pas une trace de chromatine. Le plasme des parties séparées a constamment un aspect anormal, il s'y montre souvent une vacuolisation et son contour est d'habitude nettement irrégulier.

La dégénérescence doit arriver assez promptement: sur les préparations colorées des stades postérieurs au stade de quatre blastomères, je n'ai vu nulle part ces segments de plasme à côté des fragments qui se développaient. Une question se pose, comment doit-on expliquer ce phénomène qu'une partie de cytoplasme ne prenne aucune part au développement. Si ce fait se produisait exclusivement dans les fragments anucléés et s'il était lié toujours à l'absence absolue de chromatine dans la partie séparée, on pourrait, en analysant ce processus, partir de la proposition qu'une condition nécessaire de développement soit un rapport quantitatif constant entre la masse de cytoplasme et la somme de substances du noyau.

D'après les données de R. Hertwig le rapport quantitatif entre le cytoplasme et le noyau ne peut varier, dans chaque cellule vivante que dans certaines limites. La cellule meurt ou passe dans un état anormal si ce rapport est détruit. Dans certains cas de fécondation mérogonique, nous avons affaire à des fragments dans lesquels la quantité de cytoplasme dépasse la moitié de la quantité totale de cytoplasme d'un oeuf entier, — et le fragment malgré cela

ne contient pas le noyau. On peut alors admettre que le rapport normal entre le noyau et le cytoplasme est détruit au profit de celui-ci. On serait autorisé à conclure que ce fragment s'efforce de reconstituer les rapports normaux par élimination d'une partie de plasme.

On ne pourrait admettre une explication pareille que, si les cas de séparation d'une partie de plasme se montraient seulement dans les fragments anucléés, et encore si ces fragments avaient une grandeur déterminée. Mais comme le phénomène décrit ci-dessus peut être observé aussi bien dans les fragments anucléés que dans ceux qui contiennent le pronucléus femelle, comme il se montre d'autre part dans les oeufs entiers dans lesquels le cytoplasme a été altéré plus profondément par le secouage, — une explication de ce genre doit être absolument rejetée.

L'élimination d'une partie de cytoplasme du processus de développement dépend exclusivement de l'état du plasme; de même que le processus de l'arrondissement, elle est une réaction de la part du protoplasme vivant contre l'altération provoquée dans sa structure par le secouage. La cause de l'élimination d'une partie de cytoplasme du processus de développement peut consister dans ce que pendant la fragmentation une seule partie de cytoplasme était altérée plus fortement.

On rencontre souvent dans les organismes supérieurs une réaction semblable contre les lésions externes. Elle consiste dans l'élimination de la partie lésée. Nous avons toute une catégorie de phénomènes analogues, compris sous le nom d'autotomie. Dans un fragment fécondé, la séparation d'une partie de cytoplasme altéré par le secouage, la séparation qui est liée au mouvement actif du reste de cytoplasme, nous donne un exemple de l'autotomie dans une cellule.

Le phénomène d'autotomie cellulaire que je décris, est analogue en quelque sorte à celui qu'a observé Jennings (04) chez une amibe. Après avoir lésé par une action mécanique une partie de cet organisme unicellulaire, il a vu que cette partie avait été séparée par l'animal même du reste du corps cellulaire et qu'elle subissait la dégénérescence complète.

La définition de l'autotomie, donnée par E. Godlewski [1]) corres-

[1]) „...die Autotomie ist als Reaktion von Seiten des übrigen Teils des Or-

pond exactement à l'évolution du phénomène d'autotomie dans les fragments. L'altération du cytoplasme par le secouage ou encore la dégénérescence partielle du plasme dans un territoire plus profondément altéré, y constitue le facteur libérateur. La séparation de la partie altérée est une réaction de la part du reste du cytoplasme sain contre les changements qui sont produits dans cette partie.

Une question se présente: Comment peut s'accomplir cette séparation de la partie altérée? Le processus d'autotomie est-il une action de la totalité du cytoplasme ou seulement une manifestation de la contraction d'une partie du cytoplasme, attenant au segment autotomisé? Il est impossible de le déterminer d'une manière décisive. Le rapport qui existe entre l'arrondissement du fragment et la séparation d'une partie de son cytoplasme, nous permet plutôt de supposer que l'activité de la totalité du cytoplasme y entre en jeu: un mouvement qui consiste dans un déplacement des molécules cytoplasmiques.

Autour de la partie séparée par autotomie, on peut encore observer parfois (fig. 12) les traces de la couche hyaloplasmique. Il parait donc probable que la formation de cette couche précède dans le temps, la séparation du cytoplasme alteré et incapable de se développer. Ce n'est que dans l'évolution ultérieure du processus autorégulateur que le fragment fécondé peut accomplir l'autotomie, grâce au mouvement actif du plasme.

La fig. 14 représente un cas un peu différent. Le pronucléus femelle y est situé dans la partie du protoplasme qui ne se développe pas. La seule différence entre le plasme de cette partie et le reste du plasme du fragment, consiste dans leur réaction différente sur les colorants plasmatiques. En apparence, on pourrait croire que l'on a affaire plutôt aux deux blastomères inégaux dont les noyaux se trouvent dans les phases différentes de la deuxième karyokynèse. Qu'il n'en est pas ainsi, cela est prouvé par la coloration différente de ces deux parties et aussi par ce que cette coupe provient d'un fragment fixé avant le passage de la premiére segmentation. La karyokynèse qu'on y voit est la karyokynèse du spermatozoïde. Le pronucléus femelle avec une partie de cytoplasme ne prend aucune part au développement. On voit probablement sur cette figure,

ganismus auf die Änderung des normalen Zustandes der Nachbarschaft zu betrachten".

Tier-Kenntniss d. Regulationsvorg. b. Tubularia mecembryantheania, p. 156.

en coupe, un exemple de ce développement partiel, dont les phases ultérieures, étudiées in vivo se trouvent dans mes esquisses Nr. II. Pareillement à ce qu'a observé Ziegler dans les expériences déjà citées, ici se montre autour du pronucléus femelle une faible radiation, qui prouve l'existence d'un centrosome femelle (ovocentre). Cette forme de développement partiel constitue un cas spécial de l'autotomie, où la partie autotomisée, grâce à la présence du noyau, peut pendant très longtemps résister à la dégénérescence.

Les phénomènes du développement des fragments présentés par nous, semblent démontrer que les oeufs mûrs ont en général une structure interne caractéristique. Cette structure constitue le point de départ pour le processus de développement. De sa conservation donc dépend la possibilité du développement.

L'existence dans l'oeuf d'une structure définie a été soulevée plus d'une fois déjà par les savants qui ont étudié la fécondation. Rostafiński qui le premier a observé la fécondation et le développement mérogonique attire l'attention sur ce fait que la condition de développement des fragments consiste dans la conservation de l'arrangement du cytoplasme propre aux oeufs entiers. Dans les oeufs de Fucus vesiculosus, sur lesquels il a fait des expériences, il distingue trois couches cytoplasmiques, disposées concentriquement. Les fragments seuls dans lesquels on pouvait prouver l'existence de toutes les trois couches protoplasmiqnes, ont germé.

En 1897 Driesch, d'après ses expériences sur les oeufs des oursins, a acquis la certitude que la plupart des oeufs possèdent une organisation déterminée, préformée. Boveri dans ses expériences sur les oeufs du Strongylocentrotus lividus a montré l'existence d'une structure stratifiée. En ce qui concerne la mérogonie, il dit aussi que le développement d'un fragment donné est assujetti d'une façon constante à la présence, dans ce fragment, de toutes les couches plasmatiques de l'oeuf entier.

Il existe donc dans un oeuf un arrangement spécifique du cytoplasme qui est détruit par le secouage. Afin que le développement puisse se produire d'une façon normale, le cytoplasme dans le fragment ou dans l'oeuf secoué doit présenter les rapports normaux primitifs. C'est dans ce but que se produit l'action régulatrice: la disposition symétrique des molécules plasmatiques autour du noyau

du spermatozoïde, ou respectivement autour de la figure mitosique. Cette action ne peut se produire que si le plasme n'a pas trop souffert pendant le secouage. Si tout le plasme d'un fragment a été altéré trop profondément, le fragment ne récupère pas la forme sphérique et la figure karyokynétique y est située à la périphérie. Si une partie du cytoplasme a été altérée plus profondément d'une manière spéciale, il se produit l'autotomie de la partie altérée par l'action du reste de cytoplasme.

Ainsi donc l'arrondissement des fragments et la localisation centrale de la figure mitotique, de même que l'autotomie, sont des manifestations des facultés autorégulatrices du cytoplasme ovulaire qui tend, après la déformation qu'il a subie pendant le secouage, à la reconstitution des rapports normaux.

Les figures.

Nr. 1. L'oeuf entier du Psammechinus fécondé d'une manière normale.

Nr. 2. La fécondation d'un fragment anucléé d'un oeuf du Strongylocentrotus. La tête du spermatozoïde se trouve dans le stade de la prophase.

Nr. 3. La karyokynèse dans le stade d'étoile-mère dans un fragment anucléé. Une grande partie du cytoplasme ne prend aucune part dans le développement.

Nr. 4 et **5.** La localisation anormale, périphérique, de la figure karyokynétique dans les fragments. Sur la fig. 4 on voit une étoile-mère, sur la fig. 5 la karyokynèse se trouve dans le passage à l'anaphase.

Nr. 6. Le stade de l'anaphase dans un fragment. Comme sur la fig. 3 la régulation et le développement n'ont compris qu'une partie de cytoplasme, l'autre partie, plus grande, se trouve en dégénérescence.

Nr. 7 et **8.** Deux phases successives de la période de la seconde karyokynèse. Le développement s'y passe d'une manière normale.

Nr. 9. Une forme du développement anormal. La formation de deux noyax dans un fragment non divisé.

Nr. 10. Une segmentation irrégulière en trois cellules à la fois, provoquée par la dispermie.

Nr. 11. Un autre cas de dispermie. Chaque spermatozoïde se développe séparément.

Nr. 12 et **13.** Les parties séparées (autotomisées) du cytoplasme, à côté d'un fragment dans la période de la première karyokynèse (fig. 12), divisé en 2 blastomères (fig. 13).

Nr. 14. Un cas d'autotomie où dans la partie séparée du plasme se trouvent le pronucléus femelle et l'ovocentre.

Nr. 15. Le fragment d'un oeuf du Strongylocentrotus avec un extraovat à la périphérie (fixé 10 cm. après la fécondation).

Les fig. 3 à 14 représentent les fragments des oeufs du Psammechinus.

5. MM. ANNA DRZEWINA et AUG. PETTIT. **O hyperplazyi tkankowej, wywołanej przez usunięcie śledziony u Ichthyopsideae.** ***(Sur des hyperplasies tissulaires consécutives à l'ablation de la rate chez les Ichthyopsidés).*** Mémoire présenté par M. M. Siedlecki m. c.

Dans l'embranchement des Vertébrés, les appareils lymphoïdes présentent un perfectionnement organique sensiblement parallèle au développement phylogénétique, et, à ce point de vue spécial, on peut distinguer deux grands groupes caractérisés par la présence (Mammifères et Oiseaux) ou l'absence (tous les autres Vertébrés [1]) de ganglions lymphatiques.

Mais il est à noter, qu'en revanche, ces derniers animaux offrent fréquemment l'exemple de localisations lymphoïdes affectant les organes les plus divers (cerveau, coeur, foie, intestin, oesophage, rein), et constituant même, chez certains types, de véritables appareils anatomiques; cette évolution est, d'ailleurs, insensible, et on peut trouver dans la série zoologique tous les stades intermédiaires entre les simples amas de cellules lymphatiques et les organes les plus perfectionnés.

L'étude de la structure histologique des organes lymphoïdes des Ichthyopsidés nous a conduits à étudier leur rôle et à examiner les corrélations, qui, chez quelques Vertébrés inférieurs, particulièrement favorables à ce point de vue, en raison de l'absence plus ou moins complète de moelle osseuse unissent, entre elles la rate et certaines des localisations lymphoïdes sus-indiquées. Pour mettre en évidence le rôle leucopoiétique des organes lymphoïdes, nous avons choisi, pour des raisons de commodité expérimentale, l'Anguille (Anguilla anguilla L) et la Roussette (Scyllium canicula Cuv.), dont le rein chez celle-ci, l'oesophage chez celle-là, renferment une proportion notable de tissu lymphoïde; chez ce dernier animal même la masse renfermée dans la portion initiale du tube digestif cesse d'être un amas diffus, pour se transformer en un véritable organe [2]).

Sur plusieurs exemplaires de ces deux espèces de poissons, nous

[1]) A l'exception peut-être des Crocodiliens. Owen a, en effet, signalé chez le Crocodilus acutus, Cuv. la présence d'un ganglion lymphatique(?) mésentérique. Proceedings of Zool. Society. vol. I 1831.

[2]) A. Drzewina. Sur l'organe lymphoïde de l'oesophage des Sélaciens. C. R. de la Soc. de Biologie. 1904. p. 637.

avons enlevé la rate avec les précautions habituelles d'asepsie;[1]) cette opération a été en général bien supportée; les animaux ont été sacrifiés en état de bonne santé apparente du 4-e au 13-e jour et leurs tissus étudiés au point de vue histologique comparativement avec des témoins. Consécutivement à la splénectomie, dans les cas suivis d'une survie suffisamment prolongée, on constate une prolifération réactionnelle constante[2]), soit du tissu lymphoïde rénal, soit de l'organe lymphoïde de l'oesophage, caractérisée par divers processus[3]), dont le plus manifeste consiste dans l'augmentation très sensible du nombre des karyokinèses des éléments lymphoïdes[4]).

D'autre part, les mononucléaires sont le siège d'une évolution que nous nous bornerons à signaler ici sommairement. Sur les coupes fixées au liquide de Zenker iodé et colorées à l'éosine-orange-bleu de toluidine, le cytoplasme de certains de ces éléments cesse d'être basophile et s'imprègne d'une substance dont les réactions vis-à-vis de l' orange présentent les plus grandes analogies avec celles de l'hémoglobine. Cette variation des affinités chromatiques coincide avec une modification du cytoplasme et du noyau qui finissent par revêtir les apparences des mêmes formations des hématies.

L'hyperplasie compensatrice qui, consécutivement à la splénectomie, frappe soit le tissu lymphoïde rénal de l'Anguille, soit l'organe oesophagien du Scyllium, constitue la preuve des corrélations fonctionnelles qui unissent la rate et certaines des formations lymphoïdes qui existent chez les Ichthyopsidés

[1]) Pour l'immobilisation des Sélaciens, voir le contentif, qui est décrit p. 627 par A. Pettit. C. R. de la Soc. de Biologie, 1904.

[2]) Pour le détail des observations et des expériences ainsi que pour les figures et la bibliographie, voir la thèse que A. Drzewina soumettra prochainement à la Faculté des Sciences de Paris.

[3]) Pour les modifications concomittantes du sang, voir: A. Pettit, Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, en 1904.

[4]) Chez le Triton splénectomisé, J. Jolly n'a pas constaté d'hyperplasie de la couche corticale du foie (Arch. d'Anat. microscop. t. VI. 1904.

Nakładem Akademii Umiejętności,
Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

24 Lutego 1905.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE

1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise

(Spółka wydawnicza polska

à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to. vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Séances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

— — —

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Iagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674. ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI —XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. **Górski K.**, »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. **Balzer O.**, »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. **Finkel L.**, »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. **Dickstein S.**, »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. **Federowski M.**, »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*. 8-vo, 1889. — 4 k.

JUN 1 1905
12.229

Nº 2. FÉVRIER 1905.

BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1905.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ETE FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.

Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 2. **Février** **1905.**

Sommaire: 6. M. S. ZAREMBA. Solution générale du Problème de Fourier.
7. MM. S. NIEMENTOWSKI et M. SEIFERT. Bichinolyles nouveaux.
8. MM. L. BYKOWSKI et J. NUSBAUM. Contributions à la morphologie du téléostéen parasite Fierasfer Cuv. — Suite.
9. M. S. KĘPIŃSKI. Intégration de l'équation $\frac{\partial^2 j}{\partial \xi^2} - \frac{1}{\xi}\frac{\partial j}{\partial t} = 0.$
10. M. A. BOCHENEK. Recherches sur le système nerveux des invertébrés (Anodonta, Distaplia, Synapta).
11. Mme CAROLINE REIS. Contribution à la morphologie des ossicules de Weber et de la vessie natatoire chez les Siluroides nebulosus.

Séance du lundi 6 Février 1905.

PRÉSIDENCE DE M. N. CYBULSKI.

6. M. S. ZAREMBA. m. c. **Ogólne rozwiązanie Zagadnienia Fouriera.** ***(Solution générale du Problème de Fourier).***

I. Introduction.

§ 1. On sait, depuis Fourier, que le Problème du refroidissement d'un corps solide, homogène, isotrope et athermane plongé dans un milieu athermane se ramène, lorsque, à une certaine époque, l'état thermique du corps est donné et lorsqu'à partir de cette époque, la température du milieu est connue à chaque instant en chacun de ses points de contact avec le corps considéré, à un problème d'Analyse que l'on peut énoncer de la manière suivante: L'espace étant rapporté à un système de coordonnées rectangulaires x, y, z, déterminer une fonction V des variables x, y, z et du temps t jouissant des propriétés suivantes:

1°. La fonction V est parfaitement déterminée et continue pour toutes les valeurs positives de t et pour toutes les positions du point (x, y, z) où ce point se trouve soit à l'intérieur d'un domaine donné (D), soit sur la frontière (S) de ce domaine.

2°. Pour toutes les valeurs positives de t appartenant à un intervalle de la forme $(0, T)$, T étant un nombre positif quelconque,

la valeur absolue de la fonction V a une limite supérieure finie indépendante de la position du point (x, y, z) dans le domaine (D) ou sur sa frontière (S).

3°. Les dérivées

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}, \quad \frac{\partial^2 V}{\partial y^2}, \quad \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} \quad \text{et} \quad \frac{\partial V}{\partial t}$$

qui doivent exister et être continues pour toute valeur positive de t et pour toute position du point (x, y, z) à l'intérieur du domaine (D) satisfont, en supposant que l'unité de temps soit convenablement choisie, à l'équation suivante:

$$\triangle V = \frac{\partial V}{\partial t} \tag{1}$$

où, suivant l'usage, on a posé

$$\triangle V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}.$$

4°. Pour toute valeur positive de t on a, en chaque point P de la surface (S)

$$h' \frac{dV}{dN} = hV + \varphi \tag{2}$$

en désignant par h' une constante donnée, positive ou nulle [1]), par h une fonction continue donnée des coordonnées du point P, par φ une fonction donnée des coordonnées du point P et du temps t et par $\frac{dV}{dN}$ la dérivée de la fonction V prise suivant la normale en P à la surface (S), cette normale étant dirigée vers l'intérieur de la surface (S).

5°. A tout système de deux nombres positifs ε et δ, différents de zéro, mais aussi petits que l'on voudra, on pourra faire correspondre un nombre positif η tel que les inégalités

$$0 < t < \eta$$

$$d \geqq \delta$$

[1]) Sans nuire à la généralité, il est évidemment permis d'admettre, comme nous le ferons d'ailleurs, que la constante h' ne peut être égale qu'à zéro ou à l'unité.

où d représente la plus courte distance du point (x, y, z) à la surface (S), entraînent l'inégalité suivante:

$$|V(x, y, z, t) - f(x, y, z)| < \varepsilon$$

en désignant par $f(x, y, z)$ une fonction donnée définie à l'intérieur du domaine (D).

Nous donnerons le nom de Problème de Fourier au problème précédent et nous appellerons Problème de Fourier réduit le cas particulier où l'on a

$$\varphi = 0.$$

§ 2. Les principes qui vont nous permettre de donner une solution générale du Problème de Fourier ont été posés par M. Poincaré [1].

M. Poincaré a prévu que la solution du Problème de Fourier réduit peut toujours être représentée au moyen d'une formule de la forme:

$$V = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \; U_k \; e^{-\xi_k t} \tag{3}$$

en désignant par $A_1, A_2, A_3 \ldots$ des constantes dépendant de la nature de la fonction $f(x, y, z)$, par

$$\xi_1 \leqq \xi_2 \leqq \xi_3 \ldots \tag{4}$$

une suite indéfiniment croissante de nombres réels et par $U_1, U_2, U_3 \ldots$ des fonctions, indépendantes de t, vérifiant les équations

$$\triangle U_k + \xi_k U_k = 0 \qquad (k = 1, 2, 3 \ldots)$$

à l'intérieur du domaine (D) et les conditions

$$h' \frac{d U_k}{dN} = h U_k \tag{5}$$

à la frontière (S) de ce domaine, les nombres ξ_k et les fonctions U_k étant indépendantes de la nature de la fonction $f(x, y, z)$.

M. Poincaré a démontré rigoureusement l'existence des fonctions U_k dans le cas où l'on a

$$\frac{h'}{h} = 0$$

[1]) Voir surtout: Poincaré. Sur les équations de la Physique. (Rendiconti del Circolo matematico di Palermo 1894).

et où, par conséquent, la condition (5) prend la forme:

$$U_k = 0$$

sur la surface (S) et, dans ce cas particulier, il a établi la formule (3) en supposant que la fonction $f(x, y, z)$ admet des dérivées jusqu'au quatrième ordre inclusivement.

Enfin M. Poincaré a donné une foule d'aperçus qui ont été de la plus grande utilité pour ceux qui se sont engagés dans la voie ouverte par lui.

Voici les points principaux qui, après la publication des travaux de M. Poincaré, appelaient de nouvelles recherches:

1°. Etablir rigoureusement l'existence des fonctions U_k dans le cas général.

2°. Affranchir la théorie du Problème de Fourier réduit des restrictions relatives à la fonction $f(x, y, z)$.

3°. Ramener le Problème de Fourier général à sa forme réduite.

Dans le cas où $\frac{h'}{h} = 0$, M. Le Roy [1]) a réussi à satisfaire d'une façon très compléte aux deux derniers points: il a traité le Problème de Fourier réduit en se bornant à admettre la simple continuité de la fonction $f(x, y, z)$ et il a ramené le Problème de Fourier général à la forme réduite en supposant que la fonction φ admet par rapport à t des dérivées jusqu'au cinquième ordre inclusivement et que cette fonction satisfait en outre à quelques autres conditions d'un caractère très général.

De mon côté [2]) j'ai établi l'existence des fonctions U_k dans le cas où le rapport $\frac{h}{h'}$ a une valeur constante positive ou nulle et j'ai prouvé que, dans ce cas et dans celui où $\frac{h'}{h} = 0$, la fonction $f(x, y, z)$ est développable en une série de la forme

$$f(x, y, z) = \sum_{1}^{\infty} A_k U_k \tag{6}$$

[1]) Le Roy. Sur l'intégration des équations de la chaleur. (Annales de l'Ecole normale supérieure 1898).

[2]) Zaremba. Sur l'équation aux dérivées partielles $\Delta u + \xi u + f = 0$ et sur les fonctions harmoniques. (Annales de l'Ecole normale supérieure, 1899). Zaremba. Sur le développement d'une fonction arbitraire en une série procédant suivant les fonctions harmoniques. (Note dans les C. R. pour 1899 et Journal de Mathématiqes pures et appliquées 1900).

uniformément convergente dans le domaine (D) en désignant par les A_k des constantes, pourvu que les dérivées $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$ et $\frac{\partial^2 f}{\partial z^2}$ existent et soient continues et que l'on ait

$$h' \frac{df}{dN} = hf \tag{7}$$

sur la surface (S). Par cela même, j'ai levé une partie des restrictions avec lesquelles la formule (3) a été démontrée. Je dois ajouter que, dans le cas particulier où $\frac{h'}{h} = 0$, M. Stekloff[1]) avait établi avant moi par une méthode tout-à-fait différente de la mienne, les résultats précédents relatifs à la série (6) dans un travail que je ne connaissais pas au moment de la publication de mes recherches.

Depuis, plusieurs travaux ont été publiés sur des questions plus ou moins étroitement liées au Problème Fourier. Mais si importants qu'ils soient, au point de vue particulier du Problème de Fourier, le fruit de ces travaux se borne à ceci: on s'est affranchi d'une partie des restrictions, relative à la frontière (S) du domaine (D), avec lesquelles les résultats que je viens de rappeler ont été établis et l'on a retrouvé des théorèmes déjà connus par des méthodes nouvelles souvent très intéressantes. Voici par conséquent les questions qu'il reste encore à résoudre:

1°. Démontrer l'existence des fonctions harmoniques dans le cas où le rapport $\frac{h}{h'}$ représente une fonction continue quelconque définie sur la surface (S).

2°. Résoudre le Problème de Fourier réduit dans le cas général, en se bornant à admettre la simple continuité de la fonction $f(x, y, z)$.

3°. Ramener le Problème de Fourier général à la forme réduite lorsque le rapport $\frac{h}{h'}$ représente une fonction continue quelconque définie sur la surface (S).

[1]) Stekloff. Note du 30 Janvier 1899 dans les C. R. et Mémoire sur les fonctions harmoniques de M. Poincaré. (Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse 1900).

J'espère que l'on trouvera dans ce mémoire des solutions satisfaisantes de toutes ces questions et même celles de certaines questions beaucoup plus générales.

On se rendra compte rapidement du détail des résultats que j'ai obtenus en se reportant au dernier § de l'avant-dernier chapitre ainsi qu'au commencement du dernier chapitre; on trouvera d'ailleurs une table des matières à la fin du mémoire. Je me bornerai seulement à faire remarquer ici que les hypothèses que j'adopte dans ce travail au sujet du domaine (D) et de la surface (S), frontière de ce domaine, sont les suivantes:

1°. Le domaine (D) ne s'étend pas à l'infini.

2°. La surface (S) admet un plan tangent déterminé en chacun de ses points.

3°. L'angle $\left(\text{compris entre } 0 \text{ et } \frac{\pi}{2}\right)$ formé par deux normales à la surface (S) est inférieur au produit d'une constante par la distance des pieds de ces normales.

4°. Si d'un point 0 comme centre, pris arbitrairement sur la surface (S), on décrit une sphère (Σ) dont le rayon ne dépasse pas une certaine limite fixe, indépendante de la position du point 0 sur la surface (S), la portion de cette surface intérieure à la sphère (Σ) ne pourra avoir qu'un seul point commun avec une parallèle à la normale en 0 à la surface.

J'ajoute que je conserverai aux symboles (D) et (S), dans toute l'étendue de ce mémoire, la signification que je leur ai donnée dans cette introduction et que je désignerai constamment par (D') le domaine formé par l'ensemble des points de l'espace extérieurs au domaine (D).

II. Définition de certaines notations. Théorie des potentiels généralisés.

§ 3. Il sera utile de définir dès maintenant certaines notations qui seront conservées dans tout ce travail et dont d'ailleurs, pour la plupart, j'ai déjà eu l'occasion de me servir dans les travaux cités dans l'Introduction.

Soit $F(x, y, z)$ une fonction définie dans l'espace, nous aurons souvent à distinguer:

1° La valeur de la fonction F sur la surface (S) elle-même.

2° La limite de cette fonction lorsque le point (x, y, z) tend vers un point situé sur la surface (S), sans sortir du domaine (D).

3° La limite analogue à la précédente mais relative au cas où le point (x, y, z), ne sort pas du domaine extérieur (D').

Nous désignerons ces éléments par les symboles

$$(F)_i, \quad (F)_e \quad \text{et} \quad (F)_l,$$

et nous dirons que les fonctions $(F)_i$ et $(F)_e$ représentent les valeurs périphériques intérieures et extérieures de la fonction F. Nous supprimerons d'ailleurs la parenthèse et l'indice lorsqu'aucun malentendu ne sera à craindre.

Considérons maintenant un point A (x, y, z) non situé sur la surface (S). Si la plus courte distance de ce point à la surface (S) ne dépasse pas une certaine limite δ, il existera sur cette surface un point unique P dont la distance au point A sera la plus petite possible. Menons par les points A et P un axe (N) de sens tel qu'un point mobile se déplaçant dans le sens de l'axe passe en traversant la surface (S) en P du domaine (D') dans le domaine (D). L'axe (N) sera évidemment normal à la surface (S) en P. Désignons par α, β, γ ses cosinus-directeurs et considérons l'expression

$$\alpha \frac{\partial F}{\partial x} + \beta \frac{\partial F}{\partial y} + \gamma \frac{\partial F}{\partial z}.$$

Nous représenterons cette expression par le symbole

$$D_{ni}(F) \quad \text{ou} \quad D_{ne}(F)$$

selon que le point A (x, y, z) sera situé dans le domaine (D) ou dans le domaine (D').

Reprenons les points A et P que nous venons de considérer et désignons par l leur distance. Les équations

$$\left(\frac{dF}{dN}\right)_i = \lim_{l=0} D_{ni}(F);$$

$$\left(\frac{dF}{dN}\right)_e = \lim_{l=0} D_{ne}(F)$$

serviront de définition aux symboles qui en forment les premiers membres.

Voici le caractère commun des quatre quantités

$$(F)_i, \quad (F)_e, \quad \left(\frac{dF}{dN}\right)_e \quad \text{et} \quad \left(\frac{dF}{dN}\right)_i;$$

si, pour un moment on désigne par E_0 l'une quelconque de ces

quantités, la fonction E_0 sera la limite vers laquelle tend une quantité E, fonction des coordonnées d'un point A (x, y, z), non situé sur la surface (S), lorsque ce point tend, d'une certaine façon, vers un point situé sur la surface (S). Dans les cas que nous aurons à considérer, il arrivera toujours que la quantité E tendra uniformément vers sa limite E_0 et la démonstration de ce fait, très important d'ailleurs, sera, s'il n'a pas lieu par hypothèse, assez aisée pour que nous puissions nous dispenser de la développer. A cause de cela, quand nous aurons à considérer la quantité E_0, nous nous dispenserons ordinairement de faire remarquer explicitement que la quantité E tend uniformément vers sa limite E_0, mais il sera entendu une fois pour toutes que cette circonstance a toujours lieu.

§ 4. Considérons l'équation aux dérivées partielles [1])

$$\triangle u + \xi u = 0 \tag{1}$$

où la lettre ξ représente un nombre réel ou complexe indépendant des variables x, y, z. Désignons par ϱ le module et par θ et celle des déterminations de l'argument de ξ qui vérifie les inégalités

$$0 \leqq \theta < 2\pi, \tag{2}$$

et posons

$$\mu = \sqrt{\varrho}\left(\sin\frac{\theta}{2} - i\cos\frac{\theta}{2}\right) \tag{3}$$

en désignant par i l'unité imaginaire et en prenant la détermination positive du radical $\sqrt{\varrho}$.

Nous aurons

$$\mu^2 = -\xi$$

et la fonction

$$\frac{e^{-\mu r}}{r}$$

où r représente la distance d'un point variable (x, y, z) à un point fixe (x_0, y_0, z_0), sera, comme on le sait, une intégrale particulière de l'équation (1) qui, par rapport à cette équation, joue un rôle

[1]) Dans ce mémoire l'assertion: „une fonction u vérifie une équation différentielle $E = 0$ dans un certain domaine (Ω)" impliquera non seulement l'existence, en chaque point P situé à l'intérieur du domaine (Ω), de la fonction u et de celles de ses dérivées qui entrent dans l'équation $E = 0$, mais encore la continuité de tous ces éléments en un point tel que le point P.

absolument analogue à celui que joue la fonction $\frac{1}{r}$ dans la théorie de l'équation de Laplace.

Nous désignerons, comme nous avons déjà eu l'occasion de le faire dans d'autres travaux, par le terme de potentiel généralisé de nombre caractéristique μ, toute fonction déduite d'un potentiel newtonien par la substitution de la fonction $\frac{e^{-\mu r}}{r}$ à la fonction $\frac{1}{r}$. On comprendra, sans qu'il soit nécessaire d'insister, le sens des termes de potentiel généralisé de simple couche, potentiel généralisé de double couche, potentiel généralisé de masses distribuées d'une façon quelconque dans l'espace.

Voici les propriétés principales, bien connues d'ailleurs, ou faciles à démontrer, dont jouissent les potentiels généralisés quelle que soit la valeur du nombre μ. Si l'on désigne par w un potentiel généralisé quelconque, ce potentiel vérifiera, à l'extérieur des masses dont il dérive, l'équation aux dérivées partielles:

$$\triangle w + \xi w = 0 .$$

Désignons par σ une fonction continue définie sur la surface (S) et considérons le potentiel généralisé u dérivant d'une simple couche de densité $\frac{\sigma}{2\pi}$ portée par la surface (S); en d'autres termes, posons:

$$u = \frac{1}{2\pi} \int_S \sigma \frac{e^{-\mu r}}{r} ds \tag{4}$$

en désignant par ds un élément de la surface (S) et par r la distance de cet élément au point courant (x, y, z). La fonction u sera continue, même à la traversée de la surface (S) mais il n'en sera pas de même de ses dérivées et l'on aura:

$$\left(\frac{du}{dN}\right)_e - \left(\frac{du}{dN}\right)_i = 2\sigma . \tag{5}$$

Conservons aux symboles r et ds la signification que nous venons de leur donner, désignons par γ l'angle formé par la normale à ds dirigée vers l'intérieur du domaine (D) avec le rayon allant du pied de cette normale vers le point (x, y, z), considérons une fonction continue v définie sur la surface (S) et posons:

$$(6) \qquad v = \frac{-1}{2\pi} \int \nu \frac{d}{dr} \frac{e^{-\mu r}}{r} \cos \gamma \, ds .$$

La fonction v sera un potentiel généralisé dérivant d'une double couche de densité $\frac{\nu}{2\pi}$ portée par la surface (S). On aura:

$$(7) \qquad (v)_i - (v)_e = 2\nu .$$

Considérons les quantités $D_{ni}(v)$ et $D_{ne}(v)$ et désignons par l et l' les distances à la surface (S) des points auxquels elles se rapportent; les relations suivantes auront toujours lieu:

$$(8) \qquad \left| \begin{array}{l} \lim\limits_{l=0} l \, D_{ni}(v) = 0 \\ \lim\limits_{l=0} l' \, D_{ne}(v) = 0 \end{array} \right.$$

Les quantités $\left(\frac{dv}{dN}\right)_e$ et $\left(\frac{dv}{dN}\right)_i$ n'existent pas en général mais, quand elles existent, elles vérifient la relation suivante:

$$\left(\frac{dv}{dN}\right)_i = \left(\frac{dv}{dN}\right)_e .$$

Considérons enfin dans l'espace un domaine (Ω) ainsi qu'une fonction $f(x, y, z)$ définie à l'intérieur de ce domaine et telle que l'intégrale

$$\int\limits_{(\Omega)} f(x', y', z') \, d\tau'$$

où $d\tau'$ représente l'élément de volume relatif au point (x', y', z'), ait un sens et envisageons la fonction

$$(9) \qquad \psi(x, y, z) = \frac{1}{4\pi} \int\limits_{(\Omega)} f(x', y', z') \frac{e^{-\mu r}}{r} \, dr$$

où r représente la distance du point courant (x, y, z) au point (x', y', z'). Si l'on désigne par (Ω') une portion du domaine (Ω) telle que, à l'intérieur de (Ω'), la quantité $f(x, y, z)$ ait une limite supérieure finie, les dérivées

$$\frac{\partial \psi}{\partial x}, \quad \frac{\partial \psi}{dy} \quad \text{et} \quad \frac{\partial \psi}{\partial z}$$

existeront et seront continues, en chaque point situé à l'intérieur du domaine (Ω'). Quant aux dérivées

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2}, \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} \quad \text{et} \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2}$$

elles pourront ne pas exister même lorsque la fonction $f(x, y, z)$ est continue; mais, lorsque dans une portion (Ω') du domaine (Ω) ces dérivées existent et sont continues, elles satisfont nécessairement, à l'intérieur du domaine (Ω') à l'équation suivante [1]:

$$\triangle \psi + \xi \psi + f(x, y, z) = 0.$$

§ 5. Les potentiels généralisés et diverses quantités qui en dérivent satisfont, lorsque le paramètre ξ est soumis à certaines restrictions, à des inégalités qui seront pour nous d'une importance fondamentale et que, pour la plupart, j'ai déjà eu l'occasion de faire connaître dans d'autres travaux. Avant d'énoncer ces inégalités, je ferai une remarque qui nous permettra de simplifier sensiblement l'écriture et le langage après avoir adopté une convention appropriée.

Les inégalités que nous avons en vue contiendront des nombres positifs dépendant uniquement de la nature de la surface (S). D'une part chacun de ces nombres pourra, sans inconvénient, être remplacé par un nombre plus grand. D'autre part si l'on désigne par A l'un d'eux et par A' un nombre par lequel il serait permis de remplacer le nombre A si, au lieu de la surface (S), on envisageait une surface (S') géométriquement semblable à la surface (S), on pourra prendre

$$A' = A\, k^p$$

en désignant par k le rapport de similitude de la surface (S') à la surface (S) et par p une constante numérique dépendant uniquement de la signification commune des nombres A et A'. Voici maintenant la convention que nous allons adopter et qui trouve sa justification dans la remarque qui précède: nous représenterons tous les nombres dont nous venons de parler par des expressions de la forme:

[1]) On établira aisément cette dernière proposition en tenant compte des résultats que j'ai fait connaître dans mon article „Contribution à la théorie d'une équation fonctionnelle de la Physique". Rendiconti del Circolo matematico di Palermo, 1905.

$$c L^{p_1}, \quad c L^{p_2}, \quad c L^{p_3}$$

en désignant par p_1, p_2, $p_3 \ldots$ des constantes numériques dont nous ferons chaque fois connaître les valeurs, par c un coefficient qui aura une même valeur pour tout ensemble de surfaces géométriquement semblables deux à deux et par L le maximum de la distance de deux points situés sur la surface (S).

Considérons la fonction u définie par l'équation (4) et désignons par $\mathcal{S}$ une limite supérieure du module de la fonction σ, fonction qui peut être de la forme $\sigma' + i\sigma''$ en désignant par σ' et σ'' deux fonctions réelles. On n'éprouvera pas de difficultés à s'assurer que, lorsque le paramètre ξ ne se réduit pas à un nombre réel positif ou nul, on a les inégalités suivantes:

$$|u| < \frac{c\,\mathcal{S}}{\sqrt{\varrho}\,\sin\frac{\theta}{2}} \tag{10}$$

dans tout l'espace,

$$\left|\frac{1}{2}\left\{\left(\frac{du}{dN}\right)_e + \left(\frac{du}{dN}\right)_i\right\}\right| < \frac{c\,\mathcal{S}}{L\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}}. \tag{11}$$

$$\left\{\begin{aligned} &\left|\left(\frac{du}{dN}\right)_e - \sigma\right| < \frac{c\,\mathcal{S}}{L\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}} \\ &\left|\left(\frac{du}{dN}\right)_i + \sigma\right| < \frac{c\,\mathcal{S}}{L\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}}. \end{aligned}\right. \tag{12}$$

$$\left\{\begin{aligned} &D_{ni}(u) < \left(1 + \frac{c}{L\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}}\right)\mathcal{S} \\ &D_{ne}(u) < \left(1 + \frac{c}{L\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}}\right)\mathcal{S}. \end{aligned}\right. \tag{13}$$

Envisageons maintenant la fonction v définie par la formule (6) et soit $\mathcal{T}$ une limite supérieure du module de la fonction ν, fonction qui peut, comme σ, être une fonction complexe de la forme $\nu' + i\nu''$. On s'assurera aisément que l'on a:

$$|v| < \left(1 + \frac{c}{L\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}}\right)\partial\tau \tag{14}$$

$$\frac{1}{2}\left|(v)_i + (v)_e\right| < \frac{c}{L\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}}\,\partial\tau \tag{15}$$

$$\left.\begin{aligned} |(v)_i - v| &< \frac{c}{L\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}}\,\partial\tau \\ |(v)_e + v| &< \frac{c}{L\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{\varrho}}\,\partial\tau \end{aligned}\right| \tag{16}$$

§ 6. Voici ce qu'il est aisé de conclure des inégalités du § précédent: lorsque le paramètre ξ satisfait à l'inégalité

$$\frac{c}{\sin^2\frac{\theta}{2}\,L\sqrt{\varrho}} < 1 \tag{17}$$

les méthodes de la moyenne arithmétique [1]) permettront de résoudre les problèmes suivants:

1° Déterminer la densité $\frac{\sigma}{2\pi}$ de la simple couche dont dérive le potentiel (4) de façon que l'on ait

$$\left(\frac{du}{dN}\right)_i = \sigma_0 \tag{18}$$

ou

$$\left(\frac{du}{dN}\right)_e = \sigma_0\,; \tag{19}$$

en désignant par σ_0 une fonction continue donnée, définie sur la surface (S).

[1]) Consulter les travaux cités dans l'Introduction ainsi que mes deux mémoires suivants: „Sur l'intégration de l'équation $\Delta u + \xi u + 0$" et „Les fonctions fondamentales de M. Poincaré et la méthode de Neumann pour une frontière composée de polygones curvilignes" (Journal de Mathématiques pures et appliquées 1902 et 1904).

2° Déterminer la densité $\frac{\nu}{2\pi}$ de la double couche dont dérive le potentiel (6) de manière que le potentiel v vérifie l'équation

$$(v)_i = \nu_0 \tag{20}$$

ou l'équation

$$(v)_e = \nu_0 \tag{21}$$

le symbole ν_0 représentant une fonction continue donnée définie sur la surface (S).

Assurons-nous que chacun des problèmes dont nous venons de reconnaître la possibilité lorsque l'inégalité (17) est vérifiée n'admet qu'une seule solution et établissons en même temps certaines inégalités qui nous seront indispensables dans la suite. Pour éviter des complications inutiles, ne nous bornons pas à admettre que l'inégalité (17) est vérifiée et imposons au paramètre ξ la condition moins générale que voici:

$$\frac{c}{\sin^2\frac{\theta}{2}\, L\sqrt{\varrho}} \leqq \frac{1}{2} \tag{22}$$

Cela posé admettons que, par un procédé quelconque, on ait déterminé la fonction continue σ de façon que le potentiel (4) satisfasse à l'équation (18). La fonction σ étant continue, le module de cette fonction atteindra son maximum $\mathcal{S}$ en un certain point P de la surface (S). D'ailleurs la seconde des inégalités (12) donne:

$$\left(\frac{du}{dN}\right)_i + \sigma = \eta \frac{c\mathcal{S}}{\sin^2\frac{\theta}{2}\, L\sqrt{\varrho}}$$

en désignant par η un facteur de module inférieur à l'unité. Regardons l'équation précédente comme se rapportant au point P. Nous aurons

$$|\sigma| = \mathcal{S}$$

et, en tenant compte des relations (18) et (22), on trouvera

$$|\sigma| < 2\,\mathcal{S}_0, \tag{23}$$

en désignant par $\mathcal{S}_0$ une limite supérieure du module de la fonction σ_0.

Il résulte de l'inégalité que nous venons d'établir que lorsque la fonction σ_0 est constamment nulle, la fonction σ doit aussi être

nulle identiquement. Donc, comme nous l'avons annoncé, l'équation (18), détermine parfaitement la fonction σ et, par suite, la fonction u.

En s'appuyant sur les inégalités (10) et (13), on déduira immédiatement de l'inégalité (23) les inégalités suivantes

$$u < \frac{2\,c\,\delta_0}{\sin\frac{\theta}{2}\sqrt{\varrho}} \tag{24}$$

$$\left.\begin{aligned} D_{ni}(u) &< 3\,\delta_0 \\ D_{ne}(u) &< 3\,\delta_0, \end{aligned}\right\} \tag{25}$$

en remarquant, pour démontrer les deux dernières inégalités, que, par hypothèse, le paramètre ξ satisfait à la condition (22).

Si au lieu de supposer que le potentiel u satisfait à l'équation (18), nous avions supposé qu'il vérifie l'équation (19), nous serions arrivés aux mêmes conclusions et nous nous serions assurés que dans ce cas aussi les inégalités (23), (24) et (25) sont vérifiées.

Des considérations basées sur les inégalités (16) et tout à fait analogues à celles qui viennent d'être développées conduisent aux conséquences suivantes: chacun des problèmes qui consiste à déterminer la fonction v de façon que le potentiel (6) vérifie l'une des équations (20) ou (21) n'admet comme on l'a annoncé, qu'une solution unique et l'on a, dans chacun de ces deux cas

$$v < 2\,\mathfrak{M}_0, \tag{26}$$

en désignant par $\mathfrak{M}_0$ une limite supérieure du module de la fonction v. J'ajoute que les inégalités (14), (22) et (26) donnent:

$$v < 3\,\mathfrak{M}_0 \tag{27}$$

dans tout l'espace.

§ 7. Désignons comme plus haut, par σ_0 une fonction continue donnée définie sur la surface (S), par h une seconde fonction de même nature que la fonction σ_0 et par λ un paramètre. Cela posé, cherchons à déterminer le potentiel (4) de façon que ce potentiel vérifie, sur (S), l'équation suivante:

$$\left(\frac{du}{dN}\right)_i = \lambda\,h\,u + \sigma_0 \tag{28}$$

Voyons s'il est possible de développer la fonction u en une série de la forme suivante:

$$u = \sum_{k=0}^{\infty} u_k \lambda^k \tag{29}$$

en désignant par les u_k des potentiels de simples couches indépendants du paramètre λ. Nous aurons:

$$\left(\frac{du_0}{dN}\right)_i = \sigma_0; \quad \left(\frac{du_k}{dN}\right)_i = h\, u_{k-1} \quad (k = 1, 2, 3, \ldots)$$

Désignons par M_k le maximum du module de la fonction u_k et supposons que le paramètre ξ satisfasse à l'inégalité (22). On n'éprouvera aucune difficulté à calculer les u_k et le théorème exprimé par l'inégalité (24) nous donnera:

$$M_k < \frac{2\, c\, H\, M_{k-1}}{\sin\frac{\theta}{2}\sqrt{\varrho}}.$$

en désignant par H le maximum du module de la fonction h. Par conséquent la série (29) sera absolument et uniformément convergente pour toute valeur de λ vérifiant l'inégalité suivante:

$$\lambda < \frac{\sin\frac{\theta}{2}\sqrt{\varrho}}{2\, c\, H} \tag{30}$$

et, en s'appuyant sur le théorème exprimé par la première des inégalités (25), on démontrera sans peine et en toute rigueur que, pour toute valeur de λ vérifiant l'inégalité (30), la somme u de la série (29) représente la fonction demandée.

En vue des applications qui vont suivre, il nous suffirait de supposer que le paramètre ξ satisfait, en même temps qu'à la condition (22), encore à la condition additionnelle

$$\frac{2\, c\, H}{\sin\frac{\theta}{2}\sqrt{\varrho}} < 1 \tag{31}$$

mais sans perdre aucun avantage, nous gagnerons en simplicité en remplaçant la condition (31) par la condition moins générale:

$$\frac{2\, c\, H}{\sin\frac{\theta}{2}\sqrt{\varrho}} \leqq \frac{1}{2} \tag{32}$$

Le paramètre ξ vérifiant à la fois les inégalités (22) et (32), nous pourrons faire, dans l'équation (29), $\lambda = 1$ et alors le potentiel u satisfera à l'équation

$$\left(\frac{du}{dN}\right)_i = h\,u + \sigma_0 \tag{33}$$

sur la surface (S).

Montrons que lorsque le paramètre ξ vérifie à la fois les inégalités (22) et (32), le potentiel (4) est parfaitement déterminé par la condition de satisfaire à l'équation (33). En effet, désignons par M et $\mathcal{S}_0$ les maxima des modules des fonction u et σ_0. Les théorèmes exprimés par les inégalités (23) et (24) donneront:

$$\mathcal{S} < 2\,(H\,M + \mathcal{S}_0)$$

$$M < \frac{2\,c\,(H\,M + \mathcal{S}_0)}{\sin\frac{\theta}{2}\sqrt{\varrho}}$$

et, en tenant compte de l'inégalité (32), on en conclura d'abord:

$$M < \frac{4\,c\,\mathcal{S}_0}{\sin\frac{\theta}{2}\sqrt{\varrho}}$$

et ensuite:

$$\mathcal{S} < 4\,\mathcal{S}_0$$

en tenant compte une seconde fois de l'inégalité (32). Les inégalités que nous venons d'obtenir équivalent évidemment aux inégalités suivantes:

$$u < \frac{4\,c\,\mathcal{S}_0}{\sin\frac{\theta}{2}\sqrt{\varrho}} \tag{34}$$

et

$$\sigma < 4\,\mathcal{S}_0 \tag{35}$$

Ces inégalités, que nous aurons l'occasion d'appliquer plus tard, nous apprennent que les fonctions u et σ sont nulles identiquement dans le cas où la fonction σ_0 est constamment nulle et l'on en conclura immédiatement que le problème qui consiste à déterminer le potentiel (4) de façon qu'il vérifie l'équation (33) n'admet, comme il s'agissait de le démontrer, qu'une seule solution lorsque le paramètre ξ vérifie à la fois les inégalités (22) et (32).

Notons encore que les inégalités (13), (22) et (35) donnent:

$$(36) \qquad \begin{cases} |D_{ni}(u)| < 6\,\delta_0 \\ |D_{ne}(u)| < 6\,\delta_0 \end{cases}$$

III. Théorèmes généraux relatifs à l'équation aux dérivées partielles

$$\triangle u + \xi u = 0.$$

§ 8. Pour donner une base solide aux considérations qui seront développées dans les chapitres ultérieurs, nous allons réunir ici certains théorèmes généraux concernant l'équation aux dérivées partielles

$$(1) \qquad \triangle u + \xi u = 0$$

Je commence par rappeler que, si un point (x_0, y_0, z_0) est situé à l'intérieur d'un domaine où la fonction u vérifie l'équation (1), cette fonction est, dans le voisinage du point (x_0, y_0, z_0), une fonction analytique holomorphe des variables $x\,y, z$. Cette proposition, bien connue d'ailleurs, peut se démontrer par un raisonnement tout-à-fait semblable à celui dont on se sert pour établir le théorème analogue relatif à l'équation de Laplace.

Voici maintenant un autre théorème dû à M. Poincaré: [1]) lorsque la partie réelle du paramètre ξ est négative, le module de la fonction u ne peut avoir de maximum en un point A_0 (x_0, y_0, z_0) situé à l'intérieur du domaine où cette fonction vérifie l'équation (1). On peut apporter un léger perfectionnement à ce théorème: je vais prouver que, dans l'énoncé, on peut remplacer les mots „la partie réelle de ξ est négative" par les mots „la partie réelle de ξ n'est pas positive". En effet soit (Σ) une sphère de centre A_0 (x_0, y_0, z_0) et de rayon R assez petit pour qu'elle soit située toute entière à l'intérieur du domaine dans lequel la fonction u satisfait à l'équation (1).

Une application classique du théorème de Green donne:

$$u(x, y, z) = \frac{1}{4\pi}\int\limits_{(2)} u \frac{d}{dN}\frac{e^{-\mu r}}{r}\,ds - \frac{1}{4\pi}\int\limits_{(S)} \frac{du}{dN}\frac{e^{-\mu r}}{r}\,ds.$$

Faisons coïncider le point (x, y, z) avec le centre A_0 de la sphère Σ) et envisageons la fonction

[1]) Mémoire cité dans l'Introduction.

$$\frac{e^{-\mu r}}{e^{-\mu R} - e^{+\mu R}} \cdot \frac{e^{-\mu r} - e^{\mu r'}}{r'}$$

où r' représente la distance d'un point variable (x', y', z') au centre A_0 de la sphère (Σ). Un calcul facile nous donnera:

$$u(x_0, y_0, z_0) = \frac{\mu}{2\pi R(e^{\mu R} - e^{-\mu R})} \int_{(\Sigma)} u\, ds \tag{2}$$

Posons

$$\mu R = a + i b$$

en désignant par a et b des nombres réels, il viendra

$$\left| \frac{\mu R}{e^{\mu R} - e^{-\mu R}} \right|^2 = \frac{a^2 + b^2}{e^{2a} + e^{-2a} - 2\cos 2b}$$

Il n'y a qu'à développer le dénominateur du second membre de cette équation en série pour reconnaître que l'inégalité

$$a^2 \geqq b^2$$

entraîne l'inégalité

$$\left| \frac{\mu R}{e^{\mu R} - e^{-\mu R}} \right| \leqq \frac{1}{2}$$

Cela étant, on conclura immédiatement de la formule (2) le théorème que nous voulions démontrer.

§ 9. Le théorème précédent entraîne la conséquence importante que voici: supposons 1° que la fonction u satisfasse à l'équation (1) dans l'un des domaines (D) ou (D') qui ont pour frontière commune la surface (S), 2° que, dans le second cas, elle tende uniformément vers zéro lorsque le point (x, y, z) pour lequel on la considère s'éloigne indéfiniment, 3° que ses valeurs périphériques relatives à la surface (S) soient nulles dans les deux cas. Dans ces conditions et lorsque la partie réelle de ξ ne sera pas positive, la fonction u sera nulle identiquement.

Cette proposition entraîne à son tour le théorème suivant: le Problème de Dirichlet, tant extérieur qu'intérieur, relatif à l'équation (1) et à la surface (S) admet, au plus, une seule solution lorsque la partie réelle du paramètre ξ n'est pas positive.

Je vais démontrer que les deux théorèmes que je viens d'énoncer subsistent quel que soit le signe de la partie réelle du para-

mètre ξ. pourvu que, quand la partie réelle de ξ est positive, la partie imaginaire ne soit pas nulle.

La démonstration dans le cas où l'on envisage le domaine (D') ne se distingue de celle qui se rapporte au domaine (D) que par des considérations additionnelles qui ne trouvent pas place dans le second cas. Nous pourrons donc nous borner à développer la démonstration pour le domaine (D').

Le lemme suivant nous sera indispensable: lorsqu'une fonction $u(x, y, z)$ vérifie l'équation (1) en tout point dont la distance à l'origine des coordonnées est supérieure à une limite finie, lorsqu'elle tend uniformément vers zéro quand la distance du point (x, y, z) à l'origine croît indéfiniment et lorsqu'enfin, le paramètre ξ ne se réduit pas à un nombre réel et positif, la fonction u se comporte à l'infini comme un potentiel généralisé ou, en termes plus précis: à une distance assez grande de l'origine, la fonction u peut être représentée au moyen d'un potentiel généralisé dérivant de masses situées à distance finie.

Pour démontrer ce lemme, envisageons une sphère (Σ) telle que tous les points extérieurs à cette sphère et la surface de cette sphère elle-même soient situés à l'intérieur du domaine où la fonction u vérifie l'équation (1). Désignons par (Ω) le domaine intérieur à la sphère (Σ) et par (Ω') le domaine extérieur. Je dis d'abord que les modules des dérivées premières de la fonction u ont, dans le domaine (Ω') à une distance l de (Σ) supérieure à une longueur finie d, non nulle mais d'ailleurs quelconque une limite supérieure finie [1]).

J'observe d'abord que la sphère (Σ) est une des surfaces qu'il est évidemment permis de substituer à la surface (S) dans la théorie exposée au chapitre précédent. Par conséquent si l'on désigne par a un nombre positif assez grand, on saura résoudre les Problèmes de Dirichlet, intérieur et extérieur, relatifs à l'équation

$$\triangle v - a v = 0 \tag{3}$$

et à la sphère (Σ); d'ailleurs d'après ce que l'on a vu plus haut, chacun de ces problèmes n'admettra qu'une solution unique. Cette remarque faite, cherchons une fonction $w(x, y, z)$ vérifiant l'équation

[1]) La restriction relative à l n'est pas nécessaire; nous la faisons intervenir parce que d'une part elle ne nous gênera en rien et que d'autre part elle permet de simplifier le raisonnement.

$$\Delta w - a w + (a + \xi) u = 0 \tag{4}$$

dans tout le domaine (D), tendant uniformément vers zéro lorsque le point (x, y, z) s'éloigne indéfiniment et telle que ses valeurs périphériques relatives à la sphère (Σ) soient nulles. A cet effet désignons par $d\tau'$ l'élément de volume relatif au point (x', y', z'), par r la distance du point courant (x, y, z) au point (x', y', z') et par m la détermination positive du radical $\sqrt{a}$. Posons ensuite:

$$\Phi(x, y, z) = \frac{a + \xi}{4\pi} \int_{(\Omega')} u(x', y', z') \frac{e^{-mr'}}{r'} d\tau'. \tag{5}$$

Nous aurons

$$w(x, y, z) = \Phi(x, y, z) - v(x, y, z)$$

en désignant par v une fonction vérifiant l'équation (3) dans le domaine (Ω'), tendant uniformément vers zéro lorsque le point (x, y, z) s'éloigne indéfiniment et ayant, sur la sphère (Σ), les mêmes valeurs périphériques que la fonction Φ. D'après la remarque faite plus haut au sujet de l'équation (3), la fonction v existera et sera parfaitement déterminée.

D'ailleurs la fonction v sera exprimable au moyen d'un potentiel dérivant d'une double couche portée par la surface (Σ). Il serait aisé de prouver que les dérivées premières de la fonction w sont continues dans tout le domaine (Ω') et de faire voir que, si l'on désigne par w_1 une de ces dérivées, on aura dans tout le domaine (Ω')

$$w_1 < B \tag{6}$$

en désignant par B un nombre positif fini.

Mais il nous suffira de remarquer que, comme on le vérifiera sans peine, la quantité w_1 satisfait à une inégalité de la forme (6) en tous les points du domaine (Ω') dont la distance à la sphère (Σ) n'est pas inférieure à la longueur d. Considérons maintenant la fonction

$$\psi(x, y, z) = u - w. \tag{7}$$

Il résulte des équations (1) et (4) que l'on aura

$$\Delta \psi - a \psi = 0$$

dans tout le domaine (Ω'). D'autre part la fonction ψ s'annulera à l'infini, et aura, sur la sphère (Σ), les mêmes valeurs périphériques que la fonction u. La fonction ψ sera donc exprimable au

moyen d'un potentiel dérivant d'une double couche portée par la sphère (Σ). Voici ce qui en résulte: si l'on désigne par $\psi_1(x, y, z)$ une dérivée première de la fonction $\psi(x, y, z)$ et si l'on suppose que la distance du point (x, y, z) à la sphère (Σ) n'est pas inférieure à une certaine longueur fixe, à la longueur d par exemple, on aura:

$$|\psi_1| < B' \tag{8}$$

en désignant par B' un nombre positif analogue au nombre B. Désignons par u_1 l'une quelconque des dérivées premières de la fonction u. Il résulte des relations (6), (7) et (8) que l'on aura:

$$|u_1| < B + B' \tag{9}$$

pourvu que la distance à la sphère (Σ) du point pour lequel on considère, dans le domaine (Ω'), la valeur de la fonction u_1 soit supérieure à la longueur d.

Cela posé envisageons une sphère (Σ') concentrique à la sphère (Σ) et de rayon R' supérieur au rayon de la sphère (Σ). Le point (x, y, z) étant situé entre les sphères (Σ) et (Σ'), on aura:

$$\begin{aligned} u(x, y, z) = & \frac{-1}{4\pi}\int_{(\Sigma)} u \frac{d}{dN}\frac{e^{-ur}}{r}\, ds + \frac{1}{4\pi}\int_{(\Sigma)} \frac{du}{dN}\frac{e^{-ur}}{r}\, ds \\ & + \frac{1}{4\pi}\int_{(\Sigma')} u \frac{d}{dN}\frac{e^{-ur}}{r}\, ds - \frac{1}{4\pi}\int_{(\Sigma')} \frac{du}{dN}\frac{e^{-ur}}{r}\, ds \end{aligned} \tag{11}$$

Faisons croître indéfiniment le rayon R' de la sphère (Σ') et rappelons que, par hypothèse, le paramètre ξ ne se réduit pas à un nombre réel et positif. Le paramètre ξ étant en outre différent de zéro (il n'y a évidemment pas lieu d'envisager le cas $\xi = 0$) la partie réelle de μ sera un nombre positif non nul. Donc les intégrales étendues à la sphère (Σ') tendront vers zéro et cela parce que le module de u reste inférieur à un nombre fixe et que, à cause de l'inégalité (9), il en sera de même des valeurs de la quantité $\frac{du}{dN}$ dans la quatrième intégrale du second membre de l'équation (11). D'ailleurs la somme des deux dernières intégrales du second membre de l'équation (11) est indépendante de R', cela résulte immédiatement de l'équation (11) elle-même. Cette somme sera donc nulle identiquement et le second membre de l'équation (11) se réduira à ses

premiers termes. Cela prouve que la fonction u se comporte à l'infini comme un potentiel généralisé. Le lemme que nous voulions établir est donc démontré.

Supposons maintenant que la fonction $u\ (x, y, z)$ satisfasse à l'équation (1) dans le domaine (D'), qu'elle tende uniformément vers zéro lorsque le point (x, y, z) s'éloigne indéfiniment et que ses valeurs périphériques extérieures relatives à la surface (S) soient nulles. Si l'on désigne par a un nombre positif assez grand, on pourra déterminer une fonction w vérifiant l'équation (4) dans tout le domaine (D') et s'annulant sur la surface (S) et à l'infini et, à cet effet, on pourra procéder de la façon suivante: Reprenons l'intégrale (5) en ayant soin d'étendre l'intégration au domaine (D') au lieu de l'étendre au domaine (Ω'). En d'autres termes posons:

$$\Phi\,(x, y, z) = \frac{a+\xi}{4\pi} \int\limits_{(D')} u\,(x'\ y', z') \frac{e^{-mr}}{r}\, d\tau'$$

Le nombre a étant assez grand on pourra, comme cela résulte du chapitre précédent, déterminer un potentiel v, de nombre caractéristique m, dérivant d'une simple couche portée par la surface (S), tel que l'on ait

$$\left(\frac{d\,v}{dN}\right)_i = \frac{d\Phi}{dN}$$

On aura alors, dans tout le domaine (D),

$$v = \Phi\,.$$

La chose résulte d'un théorème connu et peut d'ailleurs être vérifiée aisément en appliquaut une des formes du théorème de Green successivement à la partie réelle et à la partie imaginaire de la différence $v - \Phi$. On voit que l'on aura:

$$w = \Phi - v \tag{12}$$

Posons

$$\psi = u - w$$

La fonction ψ jouira des propriétés suivantes: elle s'annulera sur (S) et à l'infini et elle satisfera dans tout le domaine (D') à l'équation

$$\Delta\,\psi - a\,\psi = 0.$$

Donc la fonction ψ sera nulle identiquement. Par conséquent:

$$u = w.$$

Or il résulte de l'équation (12) que la quantité $\left(\frac{dw}{dN}\right)_e$ existe et est une fonction continue. Il en sera donc de même de la quantité $\left(\frac{du}{dN}\right)_e$. Sachant cela il suffira de mettre en évidence les parties réelles et imaginaires de la fonction u et du paramètre ξ pour s'assurer, au moyen du théorème de Green, en s'appuyant sur le lemme démontré précédemment, que la fonction u est nulle identiquement. Dès lors les deux théorèmes énoncés au début de ce § doivent être regardés comme étendus au cas où le paramètre ξ ne satisfait qu'à la seule condition de ne pas se réduire à un nombre réel et positif.

§ 10. Considérons une fonction u vérifiant l'équation (1) à l'intérieur du domaine (D) et la condition

$$\left(\frac{du}{dN}\right)_i = hu \tag{13}$$

sur la surface (S), la lettre h désignant une fonction réelle et continue, mais d'ailleurs quelconque, définie sur cette surface.

Désignons par H le maximum de la valeur absolue de la fonction h et par a_0 la valeur de la plus grande des deux expressions:

$$16\, c^2 H^2 \quad \text{et} \quad \frac{4\, c^2}{L^2} \tag{14}$$

où les lettres c et L représentent les mêmes nombres que dans le chapitre précédent. Je dis que la fonction u sera nulle identiquement à moins que le paramètre ξ ne se réduise à un nombre réel vérifiant l'inégalité suivante:

$$\xi > -a_0 \tag{15}$$

Supposons d'abord que le nombre ξ soit un nombre complexe de la forme

$$\xi = \alpha + i\beta,$$

α et β étant deux nombres réels, le nombre β étant différent de zéro et posons

$$u = P + i\, Q$$

pour mettre en évidence les partie réelle et imaginaire de la fonction u. Nous aurons:

$$\triangle P + \alpha P - \beta Q = 0$$
$$\triangle Q + \alpha Q + \beta P = 0$$

et une application facile du théorème de Green nous donnera:

$$\beta \int_{(D)} (P^2 + Q^2)\, d\tau = 0$$

en désignant par $d\tau$ un élément de volume. Le nombre β n'étant pas nul, l'équation précédente prouve que la fonction u sera nulle identiquement dans tout le domaine (D).

Reste à examiner le cas où le paramètre ξ a une valeur réelle et négative $-\varrho$ telle que l'on ait:

$$\varrho \geqq a_0 . \tag{16}$$

Bien que le paramètre ξ ait maintenant une valeur réelle $-\varrho$, la fonction u peut être complexe. Il est aisé de voir cependant qu'il suffit d'examiner le cas où la fonction u est réelle aussi. On trouve d'ailleurs:

$$\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \varrho u^2 \right\} d\tau + \int_{(S)} h u^2\, ds = 0 . \tag{17}$$

On conclurait immédiatement de cette équation que la fonction u est nulle identiquement si la fonction h ne pouvait pas devenir négative, mais cette condition peut n'être pas vérifiée et cela nous oblige à recourir à un théorème que j'ai démontré dans un autre travail [1]) et que, avec les notations adoptées dans ce mémoire, on peut énoncer de la façon suivante: lorsqu'une fonction réelle $F(x, y, z)$, non identiquement nulle, est telle que l'intégrale

$$\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial z}\right)^2 + \varrho F^2 \right\} d\tau$$

ait un sens, l'inégalité (16) entraîne l'inégalité suivante:

$$\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial z}\right)^2 + \varrho F^2 \right\} d\tau > \frac{\sqrt{\varrho}}{2c} \int_{(S)} F^2\, ds . \tag{18}$$

En appliquant ce théorème à la fonction u et en remarquant que l'équation (17) donne:

[1]) Zaremba. Sur les fonctions dites fondamentales dans la théorie des équations de la Physique. (Bulletin de l'Académie de Cracovie, Février 1901).

$$\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \varrho u^2 \right\} d\tau \leqq H \int u^2 ds,$$

on prouvera immédiatement que la fonction u est nulle identiquement lorsque le paramètre ξ a une valeur réelle $-\varrho$ telle que l'inégalité (16) soit vérifiée. Le théorème énoncé au début de ce § est donc complètement démontré.

Il serait aisé d'étendre le théorème précédent au cas où l'équation (13) serait remplacée par l'équation

$$\left(\frac{du}{dN}\right) = hu$$

la fonction u (x, y, z) tendant uniformément vers zéro lorsque le point (x, y, z) s'éloigne indéfiniment, mais nous n'insisterons pas sur ce point parce que, au point de vue des applications qui vont suivre, il suffira de savoir que, lorsque la fonction u (x, y, z) vérifie l'équation (1) dans le domaine extérieur (D'), lorsqu'elle tend uniformément vers zéro quand le point (x, y, z) s'éloigne indéfiniment et lorsqu'enfin elle vérifie la condition

$$\left(\frac{du}{dN}\right) = 0.$$

elle est identiquement nulle, à moins que le paramètre ξ n'ait une valeur réelle et non négative, théorème dont la démonstration est immédiate.

§ 11. Considérons dans l'espace un domaine quelconque (Ω) et désignons par $A_1, A_2, \ldots A_n$, n points situés à l'intérieur de ce domaine. Supposons qu'une fonction u soit continue en chaque point situé à l'intérieur du domaine (Ω) et qu'elle vérifie l'équation (1) en chaque point situé à l'intérieur du domaine (Ω) sauf peut-être en $A_1, A_2, \ldots A_n$. Je dis que la fonction u vérifiera l'équation (1) même en chacun des points $A_1, A_2, \ldots A_n$.

Il est évident que, sans nuire à la généralité, on peut supposer que le système de points $A_1, A_2, \ldots A_n$ se réduit à un seul point A, que le domaine (Ω) a pour limite une sphère (Σ) de centre A et que les valeurs périphériques de la fonction u relatives à la sphère (Σ), constituent une fonction continue définie sur cette sphère. Adoptons ces hypothèses simplificatrices et supposons d'abord que le paramètre ξ ait une valeur réelle et négative vérifiant l'inégalité (22)

du chapitre précédent. Représentons cette valeur de ξ par l'expression $-m^2$ en désignant par m un nombre positif. Nous saurons alors déterminer une fonction v admettant sur la sphère (Σ), les mêmes valeurs périphériques que la fonction u et vérifiant dans tout le domaine (Ω), sans que le point A fasse exception, l'équation suivante:

$$\triangle v - m^2 v = 0 .$$

Posons

$$w = u - v .$$

La fonction w sera continue dans tout le domaine (Ω) et elle satisfera à l'équation

$$\triangle w - m^2 w = 0$$

en chaque point de ce domaine, sauf peut-être au point A. En outre les valeurs périphériques de la fonction w seront évidemment toutes égales à zéro. Il résulte de là que le module de la fonction w atteindra sa limite supérieure M au point A.

Pour mettre en évidence les parties réelle et imaginaire de la fonction w, posons:

$$w = w_1 + i w_2$$

en désignant par w_1 et w_2 deux fonctions réelles.

Désignons par P un point distinct du centre A de la sphère (Σ) mais pouvant avoir d'ailleurs une position quelconque à l'intérieur de cette sphère et soit $(w_1)_P$ et $(w_2)_P$ les valeurs des fonctions w_1 et w_2 au point P. Décrivons du point A comme centre, une sphère (Σ') de rayon δ inférieur à la distance r du point P au point A. Il est aisé de voir (§ 8) que l'on aura:

$$-\frac{\delta}{e^{-m\delta}} \cdot \frac{e^{-mr}}{r} M \leqq (w_1)_P \leqq \frac{\delta}{e^{-m\delta}} \cdot \frac{e^{-mr}}{r} M$$

$$-\frac{\delta}{e^{-m\delta}} \cdot \frac{e^{-mr}}{r} M \leqq (w_1)_P \leqq \frac{\delta}{e^{-m\delta}} \cdot \frac{e^{-mr}}{r} M$$

et cela, si petit que soit δ. On aura donc:

$$(w_1)_P = (w_2)_P = 0$$

Cela prouve que la fonction w est nulle identiquement. On a donc:

$$u = v$$

et par conséquent, comme nous voulions l'établir, la fonction u satisfait à l'équation (1) même en A.

Nous avons supposé que le paramètre ξ a la valeur particulière $-m^2$. Passons maintenant au cas général. Continuons à désigner par m le même nombre positif que tout à l'heure et posons:

$$(19) \qquad \Phi(x, y, z) = \frac{m^2 + \xi}{4\pi} \int_{(\Omega)} u(x', y', z') \frac{e^{-mr}}{r} d\tau'$$

en désignant par $d\tau'$ l'élément de volume relatif au point (x', y', z') et par r la distance du point (x', y', z') au point courant (x, y, z). A cause du choix du nombre m, nous saurons déterminer une fonction v vérifiant à l'intérieur de la sphère (Σ), l'équation:

$$\triangle v - m^2 v = 0$$

et ayant, sur cette sphère, les mêmes valeurs périphériques que la fonction Φ. Posons:

$$(20) \qquad w = \Phi - v.$$

Nous aurons:

$$(21) \qquad \triangle w - m^2 w + (m^2 + \xi) u = 0$$

dans tout le domaine (D) sauf peut-être en A. Considérons maintenant la fonction

$$(22) \qquad \psi = u - w.$$

Il résulte des équations (1) et (21) que l'on aura:

$$(23) \qquad \triangle \psi - m^2 \psi = 0.$$

dans tout le domaine (Ω) sauf peut-être en A. Mais, eu égard à ce qui a été établi plus haut, dans le cas où l'on a $\xi = -m^2$, nous pouvons affirmer que la fonction ψ vérifiera l'équation (23), même au point A. Donc les dérivées de la fonction ψ seront continues même au point A lui-même. D'autre part, il résulte des équations (19) et (20) que les dérivées premières de la fonction w ne cesseront pas d'être continues au point A. Donc, à cause de la relation (22), il en sera de même de la fonction u. Les dérivées premières de la fonction u ne cessant pas d'être continues au point A, la fonction w ne cessera pas en A de vérifier l'équation (21). En définitive les fonctions w et ψ vérifient les équations (21) et (23) dans tout le domaine (Ω), sans que le point A fasse exception. Cela prouve, eu égard à l'équation (22), que la fonction u satisfera à l'équation (1) même au point A. C'est précisément ce que nous voulions établir.

IV. Etude de la fonction w.

§ 12. Désignons par $f(x, y, z)$ une fonction définie à l'intérieur du domaine (D), pouvant être une fonction complexe de la forme $f_1(x, y, z) + i f_2(x, y, z)$, mais vérifiant les deux hypothèses suivantes:

1° L'intégrale

$$\mathfrak{B} = \int_{(D)} |f(x, y, z)|^2 \, d\tau \tag{1}$$

où $d\tau$ représente l'élément de volume relatif au point (x, y, z) a un sens.

2° Lorsque la distance du point (x, y, z) à la frontière (S) du domaine (D) ne dépasse pas une certaine limite fixe, le module de la fonction $f(x, y, z)$ a une limite supérieure finie.

Envisageons le nombre μ défini par l'équation (3) du chapitre II. désignons par $d\tau$ l'élément de volume relatif au point (x', y', z'), par r la distance du point (x', y', z') au point courant (x, y, z) et considérons la fonction $\Phi(x, y, z)$ définie par l'équation suivante:

$$\Phi(x, y, z) = \frac{1}{4\pi} \int_{(D)} f(x', y', z') \frac{e^{-\mu r}}{r} \, d\tau' . \tag{2}$$

La fonction Φ sera évidemment continue dans tout l'espace, elle vérifiera l'équation

$$\triangle \Phi + \xi \Phi = 0$$

dans tout le domaine extérieur (D') et les dérivées $\frac{\partial \Phi}{\partial x}, \frac{\partial \Phi}{\partial y}$ et $\frac{\partial \Phi}{\partial z}$ seront continues non seulement dans le domaine (D') et sur la surface (S) mais aussi, à une distance assez petite de cette surface, à l'intérieur du domaine (D).

Désignons par h' une constante réelle et positive et par h une fonction réelle et continue définie sur la surface (S), mais d'ailleurs quelconque.

Il résulte de la théorie développée au chapitre II qu'il suffit d'assujettir les valeurs du paramètre $\xi = -\mu^2$ à certaines conditions restrictives, pour qu'il soit possible de déterminer une fonction u vérifiant l'équation

$$\triangle u + \xi u = 0$$

dans tout le domaine (D) et telle que la fonction w définie par l'équation

$$w = \Phi - u \tag{3}$$

vérifie, à la surface (S) la condition suivante:

$$h' \left(\frac{dw}{dN}\right)_i = h\,(w)_i$$

condition que, sans redouter un malentendu, nous pourrons écrire plus simplement ainsi:

$$h' \frac{dw}{dN} = h\,w. \tag{4}$$

La fonction w que nous venons de définir, est précisément celle que nous nous proposons d'étudier dans ce chapitre. Il est évident que, sans nuire à la généralité, nous pouvons supposer que la constante h' ne peut avoir que l'une des deux valeurs $h' = 0$ ou $h' = 1$. Cette hypothèse étant adoptée, nous aurons deux cas à distinguer dans l'étude de la fonction w: celui où la condition (4) équivaut à la condition

$$w = 0 \tag{5}$$

sur la surface (S) et celui où elle prend la forme:

$$\frac{dw}{dN} = h\,w. \tag{6}$$

L'existence de la fonction w est certaine dès maintenant dans les conditions suivantes:

1° Le paramètre ξ satisfait à l'inégalité (22) du chapitre II, c'est-à-dire à l'inégalité

$$L\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2} \geqq \frac{1}{2}, \tag{7}$$

lorsque l'équation (4) équivaut à l'équation (5).

2° Le paramètre ξ satisfait à la fois à l'inégalité précédente et à l'inégalité (32) du chapitre II, à savoir

$$\sqrt{\varrho}\,\sin\frac{\theta}{2} \geqq \frac{1}{2} \tag{8}$$

où H représente une limite supérieure de la valeur absolue de la fonction h, lorsque l'équation (4) équivaut à l'équation (6).

Dans ce chapitre, nous nous bornerons au cas où les conditions précédentes sont vérifiées. La fonction w sera alors, cela résulte de la théorie développée au chapitre précédent, parfaitement déterminée.

Il importe de faire remarquer que, si l'on se borne à considérer la quantité $D_{ni}(w)$ (voir le § 3 pour la définition du symbole opératoire D_{ni}) pour les points de la surface (S) dont la distance l à la surface (S) est assez petite, cette quantité sera une fonction continue qui tendra uniformément quand l tendra vers zéro vers la quantité $\frac{dw}{dN}$ laquelle sera une fonction continue définie sur la surface (S). Cela résulte immédiatement des faits déjà établis lorsque l'équation (4) équivaut à l'équation (6). Assurons-nous qu'il en est de même lorsque la fonction w vérifie sur (S) l'équation (5). A cet effet, observons que, dans le cas actuel, la fonction u entrant dans l'expression (3) peut être regardée comme un potentiel dérivant d'une simple couche portée par la surface (S), potentiel déterminé par l'équation suivante:

$$\left(\frac{du}{dN}\right)_i = \frac{d\Phi}{dN} \tag{9}$$

En effet, il résulte de l'un des théorèmes du chapitre précédent que la différence $u - \Phi$ sera nulle identiquement dans le domaine (D') et dès lors, puisque la fonction u, définie par l'équation (9), est continue même à la traversée de la surface (S), la valeur (3) de la fonction w s'annulera sur la surface (S).

Cela étant, il suffit de se reporter au chapitre II (§ 6) pour s'assurer de l'existence et de la continuité de la quantité $D_{ni}(u)$ ainsi que de sa limite $\left(\frac{du}{dN}\right)_i$ et pour conclure de là à l'exactitude de la proposition qui nous occupe.

Nous allons poursuivre l'étude de la fonction w en supposant que la fonction $f(x, y, z)$, sans cesser de satisfaire aux hypothèses énoncées au début, est limitée.

Soit F une limite supérieure du module de la fonction $f(x, y, z)$. On s'assurera aisément que l'on a:

$$(10) \qquad |\Phi| < \frac{F}{\varrho \sin^2 \frac{\theta}{2}},$$

$$(11) \qquad \left|\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right|, \quad \left|\frac{\partial \Phi}{dy}\right|, \quad \left|\frac{d\Phi}{dz}\right| < \frac{2F}{\sqrt{\varrho} \sin^2 \frac{\theta}{2}},$$

$$(12) \qquad \left|\frac{d\Phi}{dN}\right| < \frac{2F}{\sqrt{\varrho} \sin^2 \frac{\theta}{2}}.$$

§ 13. Soit d'abord:

$$\frac{h'}{h} = 0.$$

En d'autres termes, supposons que la fonction w s'annule sur la surface (S).

En s'appuyant sur l'inégalité (27) du chapitre II, on déduira de l'inégalité (10) du § précédent l'inégalité suivante:

$$u < \frac{3F}{\varrho \sin^2 \frac{\theta}{2}},$$

on aura donc:

$$(13) \qquad w < \frac{4F}{\varrho \sin^2 \frac{\theta}{2}}.$$

D'autre part, puisque la fonction u peut être regardée comme le potentiel de simple couche défini par l'équation (9) du § précédent, l'une des inégalités (25) du chapitre II et l'inégalité (12) du § précédent donneront:

$$D_{ni}(u) | < \frac{6F}{\sqrt{\varrho} \sin^2 \frac{\theta}{2}}$$

d'où l'on concluera

$$(14) \qquad D_{ni}(w) | < \frac{8F}{\sqrt{\varrho} \sin^2 \frac{\theta}{2}}$$

ce qui donne

$$(15) \qquad \left|\frac{dw}{dN}\right| < \frac{8F}{\sqrt{\varrho} \sin^2 \frac{\theta}{2}}$$

Regardons la fonction u comme le potentiel de simple couche défini par l'équation (9) et posons:

$$u = u_0 + v$$

en désignant par u_0 le potentiel de simple couche défini par l'équation suivante:

$$\left(\frac{du_0}{dN}\right)_e - \left(\frac{du_0}{dN}\right)_i = 2\frac{d\Phi}{dN} \tag{16}$$

Nous aurons

$$w = \Phi - u_0 - v \tag{17}$$

et la fonction v sera le potentiel de simple couche que définit l'équation suivante:

$$\left(\frac{dv}{dN}\right)_e = \frac{d\Phi}{dN} - \left(\frac{du_0}{dN}\right)_e \tag{18}$$

Les relations (12), (16) et le théorème exprimé par la première des inégalités (12) du chapitre II donneront:

$$\left|\frac{d\Phi}{dN} - \left(\frac{du_0}{dN}\right)_e\right| < \frac{2\,c\,F}{L\,\varrho \sin^4 \frac{\theta}{2}}$$

et l'on concluera de cette inégalité et de l'équation (18), en s'appuyant sur l'inégalité (24) du chapitre II, l'inégalité suivante:

$$v < \frac{4\,c^2\,F}{L\,\varrho^{\frac{3}{2}} \sin^5 \frac{\theta}{2}}. \tag{19}$$

§ 14. Passons au cas où l'on a $h' = 1$. En d'autres termes, supposons que la fonction w satisfasse à l'équation (6). La fonction u satisfera alors à l'équation suivante:

$$\left(\frac{du}{dN}\right)_i = h\,u + \frac{d\Phi}{dN} - h\,\Phi. \tag{20}$$

Les inégalités (10) et (12) donnent:

$$\left|\frac{d\Phi}{dN} - h\,\Phi\right| < \frac{F}{\sqrt{\varrho}\,\sin^2 \frac{\theta}{2}}\left(2 + \frac{H}{\sqrt{\varrho}}\right)$$

d'où a fortiori

$$\left|\frac{d\Phi}{dN} - h\,\Phi\right| < \frac{F}{\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}}\left(2 + \frac{1}{4c}\right)$$

à cause de l'inégalité (8). Rien n'empêche d'admettre, pour simplifier, que

$$4\,c \geq 1.$$

Il viendra alors:

$$\left|\frac{d\Phi}{dN} - h\,\Phi\right| < \frac{3\,F}{\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}} \tag{21}$$

En s'appuyant sur cette inégalité, on déduira de l'équation (20), au moyen de l'inégalité (36) du chapitre II, l'inégalité suivante:

$$D_{ni}(u)\,| < \frac{18\,F}{\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}}$$

qui, en vertu des inégalités (11), entraîne l'inégalité suivante:

$$D_{ni}\,w\,| < \frac{2\,0\,F}{\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}}. \tag{22}$$

Il résulte de cette inégalité, notons-le immédiatement, que

$$\left|\frac{dw}{dN}\right| < \frac{2\,0\,F}{\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}}. \tag{23}$$

Il est évident que l'inégalité (21) pourrait servir à déterminer une limite supérieure du module de la fonction u, mais on peut arriver à un résultat plus parfait en procédant de la façon suivante. Considérons le potentiel de double couche φ défini au moyen de l'équation:

$$(\varphi)_e = \Phi. \tag{24}$$

Dans le domaine extérieur (D') on aura évidemment $\varphi = \Phi$. On aura donc:

$$\left(\frac{d\varphi}{dN}\right)_i = \left(\frac{d\varphi}{dN}\right)_e = \frac{d\Phi}{dN}.$$

Cette remarque faite, posons:

$$u = \varphi + u' \tag{25}$$

l'équation (20) donnera:

$$\left(\frac{du'}{dN}\right)_i = h\,u' + h\,\{(\varphi)_i - \Phi\}. \tag{26}$$

Les relations (24) et (10) et l'inégalité (27) du chapitre II donneront:

$$|\varphi| < \frac{3\,F}{\varrho \sin^2 \frac{\theta}{2}} \tag{27}$$

dans tout l'espace. A cause de cela on aura:

$$|(\varphi)_i - \Phi| < \frac{4\,F}{\varrho \sin^2 \frac{\theta}{2}}$$

et l'on en concluera, en s'appuyant d'une part sur l'équation (26) et d'autre part, sur l'inégalité (34) du chapitre II, que

$$u' < \frac{16\,c\,H\,F}{\varrho^{\frac{3}{2}} \sin^3 \frac{\theta}{2}}.$$

Cette inégalité et les relations (25) et (27) donnent:

$$|u| < \frac{F}{\varrho \sin^2 \frac{\theta}{2}} \left(3 + \frac{16\,c\,H}{\sqrt{\varrho}\,\sin \frac{\theta}{2}}\right)$$

d'où a fortiori

$$u < \frac{7\,F}{\varrho \sin^2 \frac{\theta}{2}}$$

en vertu de l'inégalité (8). L'inégalité que nous venons d'établir et l'inégalité (10) donnent

$$|w| < \frac{8\,F}{\varrho \sin^2 \frac{\theta}{2}}. \tag{28}$$

Il nous sera très utile plus tard de connaître une nouvelle expression de la fonction w. Pour l'obtenir, prolongeons la fonction $f(x, y, z)$ au-delà du domaine (D) dans tout le domaine (D') en nous astreignant seulement aux conditions suivantes:

1° A l'intérieur du domaine (D') la fonction $f(x, y, z)$ devra être continue et son module ne devra, en aucun point du domaine (D'), être supérieure à la limite supérieure exacte des modules des valeurs que prend cette fonction à l'intérieur du domaine (D); on aura donc

$$|f(x, y, z)| \leqq F \tag{29}$$

dans tout l'espace.

2° Si en un point P de la surface (S), la quantité $(f)_i$ a une valeur déterminée, on devra avoir, au point P, après avoir effectué le prolongement de la fonction, $(f)_e = (f)_i$. Donc, lorsque la fonction $f(x, y, z)$ est continue dans (D) et sur (S) elle sera, après avoir été prolongée, continue dans tout l'espace.

Désignons, comme plus haut, par $d\tau'$ l'élément de volume relatif au point (x, y, z), par r la distance du point courant (x, y, z) au point (x', y', z') et posons:

$$\psi(x, y, z) = \frac{1}{4\pi} \int_{(E)} f(x' y', z') \frac{e^{-\mu r}}{r} d\tau' \tag{30}$$

en convenant d'indiquer au moyen de l'indice (E) que l'intégration doit être étendue à tout l'espace.

Il est évident que l'on peut poser

$$w = \psi - u \tag{31}$$

en désignant maintenant par u le potentiel de simple couche défini au moyen de l'équation suivante:

$$\left(\frac{du}{dN}\right)_i = h\,u + \frac{d\psi}{dN} - h\,\psi. \tag{32}$$

Désignons par v_0 le potentiel de simple couche défini au moyen de l'équation suivante:

$$\left(\frac{dv_0}{dN}\right)_e - \left(\frac{dv_0}{dN}\right)_i = 2\frac{d\psi}{dN} \tag{33}$$

et posons:

$$u = -v_0 + v. \tag{34}$$

La fonction v sera évidemment un potentiel de simple couche et l'équation (32) donnera:

$$\left(\frac{dv}{dN}\right)_i = h\,v - h\,v_0 + \left(\frac{dv_0}{dN}\right)_i + \frac{d\psi}{dN} - h\,\psi. \tag{35}$$

Il résulte d'ailleurs des équations (31) et (34) que l'on aura:

$$w = \psi + v_0 - v. \tag{36}$$

C'est l'expression de w que nous avions en vue.

Cherchons une limite supérieure du module de la fonction v. A cet effet, observons que l'on a:

$$\psi < \frac{F}{\varrho \sin^2 \frac{\theta}{2}} \tag{37}$$

et

$$\left|\frac{d\psi}{dN}\right| < \frac{2F}{\sqrt{\varrho} \sin^2 \frac{\theta}{2}} \tag{38}$$

En se reportant aux inégalités (10) et (12) du chapitre II, on déduira des relations (33) et (38) les inégalités suivantes:

$$v_0 < \frac{2cF}{\varrho \sin^3 \frac{\theta}{2}}.$$

$$\left|\left(\frac{dv_0}{dN}\right)_i + \frac{d\psi}{dN}\right| < \frac{2cF}{L\varrho \sin^4 \frac{\theta}{2}}.$$

Ces inégalités et l'inégalité (37) donnent:

$$\left| - h v_0 + \left(\frac{dv_0}{dN}\right)_i + \frac{d\psi}{dN} - h\psi \right| < \frac{F}{\varrho \sin^4 \frac{\theta}{2}} \left((2c+1) H + \frac{2c}{L} \right).$$

En s'appuyant sur cette inégalité, on déduira de l'équation (35), au moyen de l'inégalité (34) du chapitre II, l'inégalité suivante:

$$v < \frac{4cF}{\varrho^{\frac{3}{2}} \sin^5 \frac{\theta}{2}} \left\{ (2c+1) H + \frac{2c}{L} \right\} \tag{39}$$

En terminant ce chapitre, faisons une remarque, facile à justifier, qui s'applique tant au cas $h' = 1$, étudié dans ce paragraphe, qu'au cas $h' = 0$ examiné au § précédent: lorsque le module de la fonction $f(x, y, z)$ a une limite supérieure finie F, les dérivées

$$\frac{\partial w}{\partial x}, \quad \frac{\partial w}{\partial y} \quad \text{et} \quad \frac{\partial w}{\partial z}$$

sont continues en chaque point situé à l'intérieur du domaine (D) et l'on a:

$$(40) \qquad \left|\frac{\partial w}{\partial x}\right|, \quad \left|\frac{\partial w}{\partial y}\right|, \quad \left|\frac{\partial w}{\partial z}\right| < K(l)\, F,$$

en désignant par $K(l)$ un nombre positif qui, lorsque les éléments ξ, h' et h ainsi que la surface (S) sont donnés, ne dépend que de la plus courte distance l du point (x, y, z) à la surface (S) et qui, en outre, a une valeur finie pour toute valeur non nulle de la quantité l, valeur qui pourra être d'autant plus grande que la longueur l sera plus petite. J'ajoute qu'en ce qui concerne les dérivées premières de la fonction w, il n'y aurait pas eu de difficulté à établir des résultats beaucoup plus complets; en particulier, on aurait pu prouver que lorsque la constante h' est nulle ou lorsque la fonction h admet des dérivées premières continues sur la surface (S), les dérivées

$$\frac{\partial w}{\partial x}, \quad \frac{\partial w}{\partial y} \quad \text{et} \quad \frac{\partial w}{dz}$$

sont limitées et continues dans tout le domaine (D) pourvu que la fonction $f(x, y, z)$ soit limitée. Nous n'insisterons pas sur ce point parce que la remarque que nous venons de faire nous suffira.

V. La fonction de Green généralisée.

§ 15. Les considérations qui vont être exposées dans ce chapitre ne sont, pour la plupart, que des généralisations plus ou moins immédiates de considérations connues, on reconnaîtra cependant, je l'espère, que je ne leur ai pas donné un trop grand développement. Voici ce que nous allons désigner par le terme de „fonction de Green généralisée“: ce sera une fonction $G(x_0, y_0, z_0, x, y, z, \xi)$ des coordonnées x_0, y_0, z_0 et x, y, z de deux points variables P_0 et P et d'un paramètre ξ, fonction qui, considérée comme fonction des coordonnées du point P, le point P_0 occupant une position fixe à l'intérieur du domaine (D), jouira des propriétés suivantes:

1° Elle satisfera à l'équation

$$\triangle G + \xi G = 0$$

dans tout le domaine (D) sauf au point P_0.

2° La différence

$$G - \frac{1}{4\pi r}$$

où r représente la distance des points P_0 et P sera une fonction continue dans tout le domaine (D) et par conséquent aussi au point P_0.

3° Sur la frontière (S) du domaine (D) on aura:

$$h' \frac{dG}{dN} = h\, G$$

en désignant, comme au chapitre précédent, par h' une constante qui ne pourra avoir que la valeur zéro ou la valeur 1 et par h une fonction réelle et continue, mais d'ailleurs quelconque, définie sur la surface (S).

Les quantités h' et h étant données, si pour une certaine valeur du paramètre ξ, la fonction de Green généralisée existe, elle est parfaitement déterminée.

Dans ce chapitre nous démontrerons cette proposition en supposant que le paramètre ξ ne se réduise pas à un nombre réel vérifiant l'inégalité (15) du chapitre III, mais cette restriction sera levée au chapitre suivant.

Si la proposition que nous venons d'énoncer n'était pas exacte, il existerait une fonction v, non identiquement nulle, continue dans tout le domaine (D) vérifiant l'équation

$$\triangle v + \xi v = 0 \tag{1}$$

dans tout le domaine (D), sauf peut-être en (x_0, y_0, z_0) et satisfaisant sur (S) à la condition:

$$h' \frac{dv}{dN} = h\, v \tag{2}$$

En réalité (§ 11) la fonction v satisfera à l'équation (1) même au point (x_0, y_0, z_0). Donc, à cause de l'hypothèse faite au sujet du paramètre ξ, la fonction v ne pourra pas (§ 9 si $h' = 0$ et § 10 si $h' = 1$) ne pas être nulle identiquement. Le théorème est donc établi.

Lorsque le paramètre ξ satisfait aux conditions auxquelles nous l'avons assujetti au chapitre précédent, on peut, dès maintenant, affirmer l'existence de la fonction de Green généralisée. En effet, il suffit de poser

$$(3) \qquad G = \frac{e^{-u'}}{4\pi r} - u$$

pour reconnaître, en se reportant au chapitre II, que nous serons à même de calculer la fonction u.

Je dis que les quantités h' et h étant données, si pour une certaine valeur ξ' du paramètre ξ la fonctions de Green existe, la quantité $\frac{dG}{dN}$ existera et représentera une fonction continue sur la surface (S).

Cela résulte immédiatement de la définition même de la fonction de Green généralisée lorsque $h' = 1$.

Assurons-nous qu'il en est de même dans le cas où $h' = 0$. A cet effet supposons d'abord que la valeur ξ' du paramètre ξ satisfasse à l'inégalité (22) du chapitre II. Dans ce cas, la fonction u entrant dans la formule (3) pourra manifestement être regardée comme le potentiel généralisé de simple couche défini au moyen de l'équation

$$\left(\frac{du}{dN}\right)_e = \frac{1}{4\pi}\frac{d}{dN}\frac{e^{-u'r}}{r}$$

et l'existence ainsi que la continuité de $\frac{dG}{dN}$ résultent immédiatement de cette remarque dans le cas considéré. Supposons maintenant que la valeur ξ' du paramètre ξ soit quelconque, mais supposons qu'une autre valeur ξ'' du même paramètre satisfasse à l'inégalité (22) du chapitre II. Désignons par $\psi\,(x_0, y_0, z_0, x, y, z)$ la fonction en laquelle se transforme, pour $\xi = \xi''$, la fonction w considérée au § 12 (chapitre précédent) en substituant la fonction $G\,(x_0, y_0, z_0, x', y', z', \xi')$ à la fonction $f\,(x', y', z')$ et en posant $h' = 0$. La fonction ψ, considérée comme fonction des variables x, y, z s'annulera sur (S), sera continue dans tout le domaine (D) et satisfera à l'équation

$$\triangle\psi + \xi''\psi + G\,(x_0, y_0, z_0, x, y, z, \xi') = 0$$

dans tout le domaine (D) sauf en (x_0, y_0, z_0). On aura donc:

$$G\,(x_0, y_0, z_0, x, y, z, \xi'') =$$
$$= G\,(x_0, y_0, z_0, x, y, z, \xi') + (\xi'' - \xi').\,\psi\,(x_0, y_0, z_0, x, y, z).$$

Or, d'après ce que l'on vient de voir, l'existence et la continuité de la quantité $\frac{dG\,(x_0, y_0, z_0, x, y, z, \xi'')}{dN}$ sont assurées, d'ailleurs (§ 12)

il en est de même de la quantité $\frac{d\psi}{dN}$. Donc il en est encore de même de l'expression $\frac{dG\ (x_0, y_0, z_0, x, y, z, \xi')}{dN}$. C'est ce que nous voulions établir.

Faisons encore observer, en terminant ce §, qu'un raisonnement classique dans la théorie de la fonction de Green ordinaire permet d'établir aisément que la fonction de Green généralisée est symétrique par rapport aux deux systèmes de variables (x, y, z) et (x_0, y_0, z_0).

§ 16. Plaçons-nous dans le cas où le paramètre ξ satisfait aux restrictions qui lui ont été imposées au chapitre précédent et proposons-nous de déterminer une limite supérieure de l'intégrale

$$I(x_0, y_0, z_0, \xi) = \int_{(D)} | G(x_0, y_0, z_0, x, y, z, \xi)|^2 d\tau. \tag{4}$$

Je vais appliquer la méthode dont je me suis servi, dans des conditions moins générales, dans mon mémoire „Sur l'équation aux dérivées partielles $\Delta u + \xi u + f = 0$ et sur les fonctions harmoniques“ (Annales de l'Ecole normale supérieure, 1899).

Posons

$$\xi = \alpha + i\beta$$
$$G = G_1 + i G_1$$

afin de mettre en évidence les parties réelles et imaginaires des quantités ξ et G. Nous aurons:

$$\triangle G_1 + \alpha G_1 - \beta G_2 = 0$$
$$\triangle G_2 + \alpha G_2 + \alpha G_1 = 0.$$

Dans tout le domaine (D) sauf au pôle de la fonction G.

La seconde de ces équations peut s'écrire de la façon suivante:

$$\triangle G_2 + \xi G_2 + \beta (G_1 - i G_2) = 0.$$

Posons:

$$G_2 = \beta \varphi.$$

il viendra:

$$\triangle \varphi + \xi \varphi + (G_1 - i G_2) = 0.$$

J'observe maintenant que la fonctiou G_2 est continue même au pôle x_0, y_0, z_0 de la fonction G et que ses dérivées premières restent limitées dans le voisinage de ce point. Il est évident qu'il en sera

de même de la fonction φ. Ces remarques faites, le théorème de Green permettra d'établir chacune des deux expressions suivantes de la fonction φ:

$$(5) \qquad \varphi(x, y, z) = \int_{(D)} \Big\{ G_1(x_0, y_0, z_0, x', y', z', \xi) - \\ - i\, G_2(x_0, y_0, z_0, x', y', z', \xi) \Big\} G(x, y, z, x', y', z' \xi)\, d\tau'$$

et

$$(6) \qquad \varphi(x, y, z) = \int_{(S)} \varphi \frac{d}{dN} \frac{e^{-\mu r}}{r} ds - \\ - \frac{1}{4\pi} \int_{(S)} \frac{d\varphi}{dN} \frac{e^{-\mu r}}{r} ds + \frac{1}{4\pi} \int_{(D)} (G_1 - i\, G_2) \frac{e^{-\mu r'}}{r'} d\tau'$$

en désignant par r et r' les distances du point x, y, z à l'élément ds de la surface (S) et à l'élément de volume $d\tau'$.

On aperçoit immédiatement en comparant les formules (4) et (5) que l'on a:

$$(7) \qquad I(x_0, y_0, z_0, \xi) = \varphi(x_0, y_0, z_0).$$

Considérons d'abord le cas où l'on a $h' = 0$. On aura:

$$(\varphi)_i = 0.$$

Par conséquent, la première intégrale du second membre de l'équation (6) disparaîtra et si l'on pose pour un moment

$$(8) \qquad \left\{ \begin{aligned} u &= \frac{1}{4\pi} \int_{(S)} \frac{d\varphi}{dN} \frac{e^{-\mu r}}{r} ds, \\ \Phi &= \frac{1}{4\pi} \int_{(D)} (G_1 - i\, G_2) \frac{e^{-\mu r'}}{r'} d\tau' \end{aligned} \right.$$

les fonctions u et Φ prendront sur (S) les mêmes valeurs. Or une application facile de l'inégalité de M. Schwarz donne:

$$(9) \qquad |\Phi| < \sqrt{\frac{1}{8\pi} I(x_0, y_0, z_0, \xi)} \frac{1}{\sqrt{\varrho} \sin \frac{\theta}{2}}$$

en se rappelant les notations définies au § 3. Donc le second membre de l'inégalité (9) sera une limite supérieure des valeurs péri-

phériques du module de la fonction u, fonction qui satisfait à l'équation

$$\triangle u + \xi u = 0$$

dans le domaine (D).

Par conséquent, l'inégalité (27) du chapitre II donnera:

$$|u| < 3\sqrt{\frac{1}{8\pi} I(x_0, y_0, z_0, \xi) \frac{1}{\sqrt{\varrho} \sin \frac{\theta}{2}}} \tag{10}$$

dans tout le domaine (D). Cela posé, les relations (6), (7), (8), (9) et (10) donneront:

$$I(x_0, y_0, z_0, \xi) < 4\sqrt{\frac{1}{8\pi} I(x_0, y_0, z_0, \xi) \frac{1}{\sqrt{\varrho} \sin \frac{\theta}{2}}},$$

en se rappelant que la première intégrale du second membre de (6) est ici nulle identiquement. Il vient donc

$$I(x_0, y_0, z_0, \xi) < \frac{2}{\pi\sqrt{\varrho} \sin \frac{\theta}{2}} \tag{11}$$

quelle que soit la position du point (x_0, y_0, z_0) dans le domaine (D).

Envisageons maintenant le cas où $h' = 1$. Nous aurons:

$$\frac{d\varphi}{dN} = h\varphi$$

et la formule (6) prendra la forme suivante:

$$\varphi(x, y, z) = \frac{1}{4\pi} \int_{(S)} \varphi \frac{d}{dN} \frac{e^{-\mu r}}{r} ds - \frac{1}{4\pi} \int_{(S)} h\varphi \frac{e^{-\mu r}}{r} ds +$$
$$+ \frac{1}{4\pi} \int_{(D)} (G_1 - i G_2) \frac{e^{-\mu r'}}{r'} d\tau. \tag{12}$$

Désignons par $P(x_1, y_1, z_1)$ le point de la surface (S) où le module des valeurs périphériques de la fonction φ atteint son maximum M. En faisant tendre le point (x, y, z) vers le point P, nous déduirons de l'équation précédente la relation suivante:

$$\frac{1}{2}\varphi(x_1, y_1, z_1) = \frac{-1}{4\pi}\int_{(S)} \varphi \frac{d}{dr}\frac{e^{-\mu r}}{r}\cos\gamma\, ds - \frac{1}{4\pi}\int_{(S)} h\,\varphi\frac{e^{-\mu r}}{r}\, ds +$$

$$+\frac{1}{4\pi}\int_{(D)} (G_1 - i\,G_2)\frac{e^{-\mu r'}}{r'}\, d\tau'$$

en désignant par γ l'angle formé par la normale intérieure à (S) en un point de ds avec le rayon r considéré comme dirigé vers le point x_1, y_1, z_1.

En s'appuyant sur les inégalités (10) et (15) du chapitre II et en remarquant que l'on a

$$\frac{M}{|\varphi(x_1, y_1, z_1)|} = 1,$$

on trouvera aisément:

$$(13) \qquad \varphi(x_1\, y_1, z_1)\left|\frac{1}{2} + \frac{\eta\, c}{2\, L \sin^2\frac{\theta}{2}\sqrt{\varrho}} + \frac{\eta'\, H\, c}{2 \sin\frac{\theta}{2}\sqrt{\varrho}}\right| = \Phi$$

où l'on a désigné par η et η' des facteurs de module inférieur à l'unité, par H une limite supérieure de la quantité $|h|$ et par Φ la fonction définie par la seconde des formules (8). Il résulte des inégalités (22) et (32) du chapitre II, inégalités satisfaites par hypothèse, que l'on aura:

$$\left|\frac{1}{2} + \frac{\eta\, c}{2 L \sin^2\frac{\theta}{2}\sqrt{\varrho}} + \frac{\eta'\, H\, c}{2 \sin\frac{\theta}{2}\sqrt{\varrho}}\right| > \frac{1}{8}.$$

En s'appuyant sur cette inégalité ainsi que sur l'inégalité (9) et en se rappelant que $M = |\varphi(x_1, y_1, z_1)|$, on déduira de (13) l'inégalité suivante:

$$(14) \qquad M < 8\sqrt{\frac{1}{8\pi} I(x_0, y_0, z_0, \xi)\frac{1}{\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}}}.$$

En s'appuyant sur les inégalités (14) et (10) du chapitre II et sur les relations (14), (9) et (7) de ce chapitre, on déduira de l'équation (12) l'inégalité suivante:

$$I(x_0, y_0, z_0, \xi) < \left| 4 \left(1 + \frac{c}{L\sqrt{\varrho \sin^2 \frac{\theta}{2}}} \right) + \right.$$

$$\left. + 4 \frac{Hc}{\sin \frac{\theta}{2} \sqrt{\varrho}} + 1 \right| \sqrt{\frac{1}{8\pi} I(x_0, y_0, z_0, \xi)} \frac{1}{\sqrt{\varrho} \sin \frac{\theta}{2}}.$$

En tenant compte des inégalités (22) et (32) du chapitre II, on en concluera aisément:

$$I(x_0, y_0, z_0, \xi) < \frac{8}{\pi \sqrt{\varrho} \sin \frac{\theta}{2}} < \frac{3}{\sqrt{\varrho} \sin \frac{\theta}{2}}. \tag{15}$$

Il résulte des relations (4), (11) et (15) que la solution du problème que nous nous étions proposé, peut être présentée sous la forme du théorème suivant: lorsque le paramètre ξ satisfait à l'inégalité (22) du chapitre II et lorsqu'en outre, dans le cas où $h' = 1$, il vérifie aussi l'inégalité (32) du chapitre II, on a:

$$\int_{(D)} |G(x, y, z, x', y', z', \xi)|^2 \, d\tau' < \frac{3}{\sqrt{\varrho} \sin \frac{\theta}{2}} \tag{16}$$

quelle que soit la position du pôle (x, y, z) de la fonction G dans le domaine (D)

Voici maintenant une remarque que l'on vérifiera sans peine et qui nous sera utile plus tard. Reportons-nous à l'expression (3) de la fonction de Green et supposons que l'argument θ de ξ satisfasse aux inégalités suivantes:

$$\frac{\pi}{2} \leqq \theta \leqq \frac{3\pi}{2}. \tag{17}$$

Dans ces conditions, le produit

$$\xi^p u \tag{18}$$

où p représente une constante positive quelconque, tendra uniformément vers zéro lorsque le module de ξ croîtra indéfiniment, pourvu que la plus courte distance du pôle (x_0, y_0, z_0) de la fonction de Green à la surface (S), dans le cas où ce point varierait en même temps que $|\xi|$ croît indéfiniment, ne devienne pas inférieure à une longueur déterminée différente de zéro que l'on peut d'ailleurs se fixer arbitrairement.

§ 17. Supposons que, pour une valeur quelconque de ξ, la fonction généralisée de Green G, vérifiant sur (S) la condition

$$\frac{dG}{dN} = h\,G \tag{19}$$

existe et qu'une fonction u vérifiant, pour la valeur considérée de ξ, l'équation

$$\triangle u + \xi u = 0$$

dans le domaine (D), satisfasse à la condition aux limites:

$$\frac{du}{dN} = h\,u + \sigma_0 \tag{20}$$

où σ_0 représente une fonction continue définie sur la surface (S). Une application facile du théorème de Green donnera la formule suivante:

$$u = -\int_{(S)} \sigma_0\, G\, ds \tag{21}$$

Si nous avions supposé que la fonction de Green et la fonction u, au lieu de satisfaire aux conditions (19) et (21) vérifient, sur (S), les équations

$$(G)_i = 0$$
$$(u)_i = v_0\,,$$

en désignant par v_0 une fonction continue définie sur la surface (S), nous serions arrivés au résultat suivant:

$$u = \int_{(S)} v_0 \frac{dG}{dN}\, ds\,. \tag{22}$$

Mais, pour que la formule précédente puisse être regardée comme établie en toute rigueur, il faut être assuré de deux choses:

1° Que l'expression

$$u\, D_{ni}(G)$$

tende, lorsque le point auquel elle se rapporte tend vers un point situé sur la surface (S), uniformément vers la quantité $v_0 \frac{dG}{dN}$.

2° Que dans les mêmes conditions, le produit

$$G\,.\,D_{ni}(u) \tag{23}$$

tende uniformément vers zéro.

En se reportant d'une part au § 15 et d'autre part à l'avis que l'on trouvera à la fin du § 3, on verra que le premier point ne peut donner lieu à aucune difficulté. Le second point ne donnera lieu non plus à aucun doute lorsque le paramètre ξ vérifie les conditions voulues pour que la fonction u puisse être regardée comme dérivant d'une double couche portée par la surface (S); c'est ce qui résulte immédiatement du théorème exprimé par la première des relations (8) du chapitre II; en effet, en vertu de ce théorème, et dans le cas où le paramètre ξ satisfait à la condition qui vient d'être énoncée, l'expression

$$l\, D_{ni}(u) \tag{24}$$

où l désigne la distance à la surface (S) du point pour lequel on envisage la quantité $D_{ni}(u)$, tendra uniformément vers zéro, ce qui entraîne immédiatement la propriété voulue de l'expression (23). Il est aisé de voir que, quelle que soit la valeur considérée du paramètre ξ, l'expression (24) tendra uniformément vers zéro avec l. On le prouvera sans peine au moyen d'un artifice analogue à celui qui nous a permis de démontrer au § 15 l'existence et la continuité de la quantité $\frac{dG}{dN}$ dans le cas général. Cela posé, la formule (22) doit être regardée comme établie en toute rigueur dans le cas général.

Voici une conséquence importante des formules (21) et (22): Les quantités h' et h étant données, supposons que le paramètre ξ ait une valeur telle que la fonction de Green correspondante existe ainsi que la fonction w étudiée au chapitre précédent. On aura:

$$w = \int_{(D)} f(x', y', z')\, G(x, y, z, x', y', z', \xi)\, d\tau'. \tag{25}$$

Pour établir cette formule avec le degré voulu de généralité, j'observe que la fonction u entrant dans la formule (3) du chapitre précédent pourra, suivant la valeur de la constante h', être représentée au moyen de l'une des formules (21) ou (22) de ce chapitre en posant:

$$\sigma_0 = \frac{d\Phi}{dN} + h\,\Phi,$$

dans le cas où l'on aurait à se servir de la formule (21); et

$$v_0 = \Phi,$$

dans le cas où l'on devrait avoir recours à la formule (22). Si, après avoir porté, dans l'expression ainsi obtenue de la fonction u, la valeur de Φ fournie par l'équation (2) du chapitre précédent, on effectue un changement convenable d'ordre des intégrations dans l'expression de u à laquelle on sera parvenu, changemeut d'ordre des intégrations dont la légitimité pourra être aisément établie, on arrivera à un résultat d'où l'on concluera immédiatement la formule (25).

VI. Existence des fonctions harmoniques dans le cas général et applications des théorèmes de M. Stekloff à ces fonctions.

§ 18. Désignons par $f(x, y, z)$ une fonction continue définie dans le domaine (D) et sur la frontière (S) satisfaisant aux conditions voulues, pour que la fonction Φ définie par l'équation (2) du chapitre IV admette à l'intérieur du domaine (D), les dérivées $\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2}$ et $\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2}$ et pour que ces dérivées soient continues en chaque point situé à l'intérieur du domaine (D) et proposons-nous de déterminer une fonction w vérifiant l'équation

$$\triangle w + \xi w + f(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

où ξ représente un paramètre, à l'intérieur du domaine (D) et satisfaisant sur la surface (S) à la condition aux limites:

$$h' \frac{dw}{dN} = h w \tag{2}$$

en donnant aux quantités h' et h la signification qui leur a été attribuée au chapitre IV.

Pour les valeurs du paramètre ξ vérifiant les conditions imposées à ce paramètre au chapitre IV, la fonction désignée ici par la lettre w coïncidera (voir la fin du § 4) avec celle qui, au chapitre IV, a été désignée par la même lettre et elle sera parfaitement déterminée. Désignons par ϱ_0 un nombre réel et positif assez grand pour que la valeur $-\varrho_0$ du paramètre ξ satisfasse aux conditions que nous venons de rappeler et, après avoir posé

$$\xi = -\varrho_0 + \eta; \tag{3}$$

cherchons à développer la fonction w en une série de la forme

$$w = \sum_{k=0}^{\infty} w_k \, \eta^k = \sum_{k=0}^{\infty} w_k \, (\varrho + \xi)^k \, . \tag{4}$$

Nous aurons

$$\left.\begin{aligned} &\triangle w_0 - \varrho_0 w_0 + f = 0 \\ &\triangle w_k - \varrho_0 w_k + w_{k-1} = 0 \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots) \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

et le théorème exprimé par l'équation (25) du chapitre précédent donnera:

$$\left.\begin{aligned} w_0 &= \int_{(D)} f \, G \, d\tau \\ w_k &= \int_{(D)} w_{k-1} \, G d\tau \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots). \end{aligned}\right\} \tag{6}$$

Le cas où la fonction f serait une fonction complexe de la forme $f_1 + i f_2$ se ramène très facilement au cas où cette fonction est réelle. Nous supposerons donc que la fonction f est réelle. La fonction G étant réelle puisque elle se rapporte à la valeur réelle $-\varrho_0$ du paramètre ξ, nous aurons:

$$w_0^2 < \int_{(D)} f^2 \, d\tau \int_{(D)} G^2 \, d\tau$$

$$w_k^2 < \int_{(D)} w_{k-1}^2 \int_{(D)} G^2 \, d\tau$$

d'où

$$w_k^2 < \frac{3}{\sqrt{\varrho_0}} I_{2k-2} \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots) \tag{7}$$

en vertu de l'inégalité (16) du chapitre précédent et en posant:

$$\left.\begin{aligned} I_{-2} &= \int_{(D)} f^2 \, d\tau \\ I_{2k} &= \int_{(D)} w_k^2 \, d\tau \qquad k = 0, 1, 2, \ldots). \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

Les inégalités (7) donnent:

$$(9) \qquad I_{2k} < \frac{3\mathfrak{T}}{\sqrt{\varrho_0}} I_{2k-2} \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots)$$

en désignant par $\mathfrak{T}$ le volume du domaine (D).

Il résulte des inégalités (9) que le rayon de convergence R de de la série

$$(10) \qquad \sum_{k=1}^{\infty} \eta^2 \sqrt{I_{2k}}$$

vérifie l'inégalité

$$(11) \qquad R \geqq \sqrt{\frac{\sqrt{\varrho_0}}{3\mathfrak{T}}}$$

et l'on concluera aisément des inégalités (7), que le rayon de convergence absolue et uniforme dans le domaine (D), de la série (4) est égal au rayon de convergence R de la série (10).

Il résulte des inégalités (40) du chapitre IV que, pour toute valeur de η vérifiant l'inégalité

$$(12) \qquad |\eta| < R,$$

la somme w de la série (4) sera une fonction admettant, à l'intérieur du domaine (D), des dérivées premières par rapport aux variables x, y, z, dérivées qui seront continues en chaque point situé à l'intérieur du domaine (D). D'autre part, il résulte des équations (6) que, lorsque η vérifie l'inégalité (12), on a:

$$w = \int_{(D)} \{f + \eta w\} G d\tau.$$

Il résulte de ces deux circonstances ainsi que du théorème exprimé par l'équation (25) du chapitre précédent que l'on a:

$$\triangle w + (\eta - \varrho_0) w + f(x, y, z) = 0.$$

En d'autres termes, la somme de la série (4) satisfait à l'équation (1) pourvu que l'on ait:

$$(13) \qquad \xi + \varrho_0 < R.$$

Adressons-nous maintenant, selon que l'on a $h' = 0$ ou $h' = 1$, à l'inégalité (14) ou à l'inégalité (22) du chapitre IV. Ces inégalités permettront d'établir que, pour les valeurs de ξ satisfaisant à l'iné-

galité (13) la somme w de la série (4) est une fonction pour laquelle la quantité $\frac{dw}{dN}$ existe et représente une fonction continue vérifiant, dans tous les cas, l'équation (2).

Voici en définitive le résultat auquel nous arrivons: il existe une fonction $w\ (x, y, z, \xi)$ des variables x, y, z et du paramètre ξ analytique par rapport au paramètre ξ et holomorphe par rapport à ce paramètre à l'intérieur du cercle défini dans le plan du paramètre complexe ξ par l'inégalité (13), vérifiant pour toute valeur de ξ satisfaisant à l'inégalité (13), l'équation (1) à l'intérieur du domaine (D) et l'équation (2) sur la frontière (S) de ce domaine.

§ 19. Considérons l'expression:

$$\int_{(D)} \left\{ \frac{\partial w_m}{\partial x}\frac{\partial w_n}{\partial x} + \frac{\partial w_m}{\partial y}\frac{\partial w_n}{\partial y} + \frac{\partial w_m}{\partial z}\frac{\partial w_n}{\partial z} + \varrho_0 w_m w_n \right\} d\tau + \int_{(S)} h\, w_m w_n\, ds.$$

En s'appuyant sur les équations (5) et sur le théorème de Green, on prouvera aisément que la valeur de l'expression précédente ne dépend que de la valeur de la somme $m+n$ et que, pour $m+n = 2k-1$ l'expression considérée est égale à l'intégrale I_{2k} définie par l'une des équations (8). Il est donc permis de poser

$$I_{m+n} = \int_{(D)} \left\{ \frac{\partial w_m}{\partial x}\frac{\partial w_n}{\partial x} + \frac{\partial w_m}{\partial y}\frac{\partial w_n}{\partial y} + \frac{\partial w_m}{\partial z}\frac{\partial w_n}{\partial z} + \varrho_0 w_m w_n \right\} d\tau + \int_{(S)} h\, w_m w_n\, ds. \tag{14}$$

Cela posé, il résulte des équations (8) que, pour les valeurs paires de l'indice p, les quantités I_p seront positives. D'autre part, on concluera aisément de l'inégalité (18) du chapitre III, en tenant compte du choix du nombre ϱ_0 que, quelle que soit la fonction réelle $F\ (x, y, z)$, on aura:

$$\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial z}\right)^2 + \varrho_0 F^2 \right\} d\tau + 2\int_{(S)} h\, F^2\, ds > 0 \tag{15}$$

et a fortiori:

$$\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial z}\right)^2 + \varrho_0 F^2 \right\} d\tau + \int_{(S)} h\, F^2\, ds > 0. \tag{16}$$

Posons, dans l'inégalité (16):

$$F = \lambda w_m + \lambda' w_n,$$

en désignant par λ et λ' des variables réelles. Le premier membre de l'inégalité considérée deviendra une forme quadratique $\psi(\lambda, \lambda')$ des variables λ et λ' et puisque l'inégalité (16) a lieu quelle que soit la fonction $F(x, y, z)$ la forme $\psi(\lambda, \lambda')$ ne pourra, pour aucun système de valeurs des variables réelles λ et λ' devenir négative. On concluera de là 1° que les I_p sont positifs même pour les valeurs impaires de l'indice p, 2° que l'on a

$$I_{2k}^2 \leqq I_{2k+1} I_{2k-1}.$$

On a d'ailleurs

$$I_{2k-1} = \int_{(D)} w_k w_{k-1} d\tau.$$

Par conséquent

$$I_{2k-1}^2 \leqq I_{2k} I_{2k-2}.$$

En résumé tous les I_p sont positifs et l'on a:

$$I_p^2 \leqq I_{p-1} I_{p+1} \qquad (p = 0, 1, 2, 3, \ldots).$$

Il résulte de là que la suite à termes positifs

$$\frac{I_{-2}}{I_{-1}}, \frac{I_{-1}}{I_0}, \frac{I_0}{I_1}, \frac{I_1}{I_2}, \ldots \tag{17}$$

n'est jamais croissante. Cette suite est donc convergente. Cela étant. on s'assurera très aisément que la suite précédente a pour limite le rayon de convergence R de la série (10).

Revenons à l'inégalité (15) et supposons que l'on ait

$$F = \sum_{k=1}^{r} \alpha_k F_k \tag{18}$$

en désignant par $F_1, F_2, \ldots$ des fonctions quelconques et par $\alpha_1, \alpha_2, \ldots$ des indéterminées réelles. D'après un théorème bien connu de M. Poincaré[1]), il existera un nombre entier p_0 et une constante positive E' dépendant, comme le nombre p_0, uniquement de la nature de la surface (S), tels que, pour toute valeur de p vérifiant l'inégalité

$$p \geqq p_0 \tag{19}$$

[1]) Voir par exemple le mémoire de M. Poincaré cité dans l'Introduction.

et quelles que soient les fonctions $F_1, F_2, \ldots F_p$, il soit possible de déterminer les facteurs $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_p$, au moyen d'un certain système d'équations linéaires et homogènes contenant au plus $p-1$ équations distinctes, de façon que l'on ait:

$$\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{dz}\right)^2 \right\} d\tau \geqq 2\, E' p^{\frac{2}{3}} \int_{(D)} F^2\, d\tau .$$

Cette inégalité et l'inégalité (15) donnent:

$$\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial z}\right)^2 + \frac{\varrho_0}{2} F^2 \right\} d\tau + \int_{(S)} h\, F^2\, ds > E' p^{\frac{2}{3}} \int_{(D)} F^2 d\tau .$$

On aura donc a fortiori:

$$\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{dz}\right)^2 + \varrho_0 F^2 \right\} d\tau + \int_{(S)} h\, F^2\, ds > E' p^{\frac{2}{3}} \int_{(D)} F^2 d\tau . \qquad (20)$$

En résumé, nous obtenons le théorème suivant: quelles que soient les fonctions $F_1, \ldots F_p$, lorsque le nombre entier et positif p satisfait à l'inégalité (19), il suffit d'établir un certain système de relations linéaires et homogènes entre les $\alpha_1, \ldots \alpha_p$, système comprenant au plus $p-1$ équations, pour que l'inégalité (20) ait lieu.

Les considérations que nous venons de développer dans ce §, concernent le cas où l'on a $h' = 1$. Il est superflu de développer les considérations analogues relatives au cas où $h' = 0$: elles sont bien connues et d'ailleurs, elles ne se distingueraient de celles qui précèdent que par leur simplicité plus grande puisque l'on n'aurait pas à faire usage de l'inégalité (15).

§ 20. En s'appuyant sur les résultats établis dans les deux § précédents et sur les propositions des §§ 9 et 10, on établira au moyen de la méthode bien connue de M. Poincaré les théorèmes suivants [1]).

Théorème I. La surface (S) et les quantités h' et h étant données (je rappelle que h' est une constante qui ne peut être égale qu'à zéro ou à l'unité et que h est une fonction continue réelle quelconque définie sur la surface (S)) il existe une suite infinie de fonctions réelles

$$U_1, U_2, U_3, \ldots \qquad (21)$$

[1]) Voir les travaux cités dans l'Introduction.

que nous appellerons fonctions harmoniques et qui jouissent des propriétés suivantes:

1° Elles vérifient, à l'intérieur du domaine (D) limité par la surface (S), les équations

$$\triangle U_k + \xi_k U_k = 0; \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots) \tag{22}$$

en représentant par

$$\xi_1, \xi_2, \xi_3, \ldots \tag{23}$$

une suite de nombres réels ayant les propriétes que voici:

$$\xi_k \leqq \xi_{k+1}, \tag{24}$$

$$\xi_1 > -\varrho_0 \tag{25}$$

en désignant par ϱ_0 un nombre positif satisfaisant aux mêmes conditions que le nombre représenté par le même symbole au § 18. On a ensuite:

$$\xi_k > E k^{\frac{2}{3}} \tag{26}$$

en désignant par E une constante positive et en supposant que

$$k \geqq k_0, \tag{27}$$

où k_0 représente un certain nombre entier et positif.

2° Les fonctions U_k vérifient la condition aux limites suivantes:

$$h' \frac{dU_k}{dN} = h U_k. \tag{28}$$

3° Il n'existe aucune relation linéaire et homogène à coefficients constants entre deux ou plusieurs fonctions de la suite (21).

4° On a

$$\int_{(D)} U_k^2 \, d\tau = 1$$

et

$$\int_{(D)} U_k U_m \, d\tau = 0, \quad \text{pour} \quad k \neq m.$$

5° Lorsqu'une fonction U vérifie l'équation

$$\triangle U + \xi U = 0$$

à l'intérieur du domaine (D) et lorsqu'elle satisfait à la condition aux limites

$$h' \frac{dU}{dN} = h\, U$$

le paramètre ξ est nécessairement égal à l'un des termes ξ_α de la suite (23) et la fonction U est identique à une combinaison linéaire et homogène à coefficients constants de celles des fonctions (21) (dont le nombre à cause de l'inégalité (26) est toujours fini) qui ont pour nombre caractéristique commun le nombre ξ_α.

Théorème II. La série (4) définit une fonction des variables x, y, z et du paramètre ξ qui jouit des propriétés suivantes:

1° Considérée comme fonction du paramètre ξ, la fonction w est une fonction analytique méromorphe dans toute partie finie du plan de la variable complexe ξ; ses pôles sont simples et réels et il font tous partie de la suite (23); enfin, si le nombre ξ_{k_1} est un pôle de la fonction w et si l'on représente par $\xi_{k_1}, \xi_{k_2} \ldots \xi_{k_n}$ l'ensemble des termes de la suite (23) qui ont ξ_{k_1} pour valeur commune, le résidu correspondant P_{k_1} aura la valeur suivante:

$$P_{k_1} = - \sum_{\alpha=1}^{n} U_{k_\alpha} \int_{(D)} U_{k_\alpha} f(x, y, z)\, d\tau .$$

Cela prouve, faisons-le remarquer, que, pour que le point (ξ_k) ne soit pas un pôle de la fonction w, il faut et il suffit que l'on ait:

$$\int_{(D)} U_{k_\alpha} f(x, y, z)\, d\tau = 0 \qquad (\alpha = 1, 2, 3, \ldots n) . \tag{29}$$

2° Pour toute valeur finie de ξ distincte des pôles de la fonction w, cette fonction satisfait à l'équation (1) à l'intérieur du domaine (D) et à la condition (2) en chaque point de la surface (S)

3° Si l'on désigne par ξ' un nombre ne se réduisant à aucun terme de la suite (23), il existe une fonction unique φ vérifiant la condition aux limites

$$h' \frac{d\varphi}{dN} = h\, \varphi \tag{30}$$

et satisfaisant à l'équation

$$\triangle \varphi + \xi' \varphi + f(x, y, z) = 0 \tag{31}$$

à l'intérieur du domaine (D) et l'on a

$$\varphi = w(x, y, z, \xi')$$

en désignant par $w\ (x, y, z, \xi)$ la fonction dont un élément analytique, quand on considère cette fonction comme fonction du paramètre ξ, est représenté par la série (4). Lorsque ξ' est égal à l'un des termes de la suite (23), soit ξ_{k_1}, il n'existe pas en général de fonction φ vérifiant les équations (30) et (31); pour qu'une telle fonction existe, il faut et il suffit que la fonction $f\ (x, y, z)$ satisfasse aux équations (29) et dans ce cas l'expression générale de la fonction φ est la suivante:

$$\varphi = w\,(\xi_{k_1}) + \sum_{\alpha=1}^{n} C_\alpha\ U_{k_\alpha}$$

en désignant par $C_1, C_2, \ldots C_n$ des constantes arbitraires, la fonction φ est donc indéterminée, dans les conditions considérées.

Théorème III. Pour toute valeur de ξ distincte des termes de la suite (23), il existe une fonction unique u vérifiant l'équation

$$\triangle u + \xi u = 0$$

à l'intérieur du domaine (D) et satisfaisant à la condition aux limites

$$h' \frac{du}{dN} = h\,u + \sigma_0$$

en désignant par σ_0 une fonction continue quelconque donnée, définie sur la surface (S) et en supposant que, dans le cas où l'on a $h' = 0$, la fonction continue et réelle h ne s'annule en aucun point de la surface (S). Considérée comme fonction du paramètre ξ, la fonction u jouit de propriétés analogues à celles de la fonction w qui a été envisagée dans le théorème précédent.

Corollaire. La fonction w considérée au chapitre IV existe et est parfaitement déterminée pour toute valeur de ξ distincte des termes de la suite (23).

Théorème IV. La fonction de Green généralisée existe et est parfaitement déterminée pour toute valeur de ξ distincte des termes de la suite (23). Par contre cette fonction n'existe pour aucune valeur de ξ égale à l'un des termes de cette suite.

La première partie de ce théorème est un simple corollaire du théorème III. Quand à la seconde partie, elle est une conséquence immédiate de la remarque suivante: si pour une valeur ξ' de ξ la fonction de Green existe toute fonction U vérifiant l'équation

$$\triangle U + \xi' U = 0$$

à l'intérieur du domaine (D) et satisfaisant à la condition aux limites

$$h' \frac{dU}{dN} = h\, U$$

est, comme le montre une application facile du théoréme de Green, identiquement nulle dans tout le domaine (D).

§ 21. Bien que l'existence des fonctions harmoniques dans le cas où le rapport $\frac{h}{h'}$ représente une fonction continue réelle quelconque définie sur la surface (S) ait été établie pour la première fois, dans les pages qui précèdent, les deux théorèmes suivant peuvent, à juste titre être appelés „théorèmes de M. Stekloff". En effet, dans un travail récent M. Stekloff[1]), en partant de l'hypothèse qu'il existe des fonctions vérifiant certaines conditions très générales, a démontré un théorème qui, une fois l'existence des fonctions U_k établie, comprend comme cas particulier le premier des deux théorèmes que nous avons en vue. Quand au second de ces théorèmes, il n'est qu'une extension, immédiate après la démonstration de l'existence des fonctions U_k, d'un théorème démontré par M. Stekloff dans un autre mémoire[2]).

Théoréme V. Bornons-nous à admettre au sujet de la fonction réelle $f\,(x, y, z)$ définie dans le domaine (D) que l'intégrale

$$\mathfrak{B} = \int_{(D)} \{f(x, y\, z)\}^2\, d\tau \tag{32}$$

ait un sens et posons:

$$A_k = \int_{(D)} f(x, y, z)\, U_k\, d\tau. \tag{33}$$

La série

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 \tag{35}$$

[1]) Stekloff. Sur certaines égalités générales communes à plusieurs séries de fonctions souvent employées dans l'Analyse. (Mémoires de l'Académie des Sciences de St. Pétersbourg 1904).

[2]) Stekloff. Mémoire sur les fonctions harmoniques de M. Poincaré. (Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse 1900).

sera convergente et l'on aura:

$$\int_{(D)} \{f(x, y, z)\}^2 \, d\tau \geqq \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2. \tag{36}$$

Rappelons la démonstration, très simple d'ailleurs, de cet important théorème. A cet effet posons avec M. Stekloff

$$f_n(x, y, z) = f(x, y\, z) - \sum_{k=1}^{n} A_k \, U_k. \tag{37}$$

On trouve immédiatement

$$\int_{(D)} \{f_n(x, y, z)\}^2 \, d\tau = \int_{(D)} \{f(x, y, z)\}^2 \, d\tau - \sum_{k=1}^{n} A_k^2$$

et l'on en conclut de suite l'exactitude du théorème qu'il s'agissait de démontrer.

Théorème VI. Astreignons la fonction réelle $f(x, y, z)$ à satisfaire à des conditions beaucoup moins générales que dans l'énoncé du théorème précédent: supposons que cette fonction soit continue dans le domaine (D) et sur la surface (S), que les dérivées $\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}$ et $\frac{\partial f}{\partial z}$ existent et soient continues en chaque point situé à l'intérieur du domaine (D) sauf en un point x_0, y_0, z_0 où elles pourront ne pas exister, mais dans le voisinage duquel elles devront être limitées; supposons enfin que la fonction considérée satisfasse à la condition aux limites [1])

$$h' \frac{df}{dN} = h f.$$

Les A_k étant déterminés au moyen des équations (33) on aura

$$\int_{(D)} \{f(x, y, z)\}^2 \, d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2. \tag{38}$$

Pour démontrer ce théorème, bornons-nous au cas où l'on a $h' = 1$. dont le cas où $h' = 0$ considéré déjà par M. Stekloff, ne se dis-

[1]) Cette conditien ne joue un rôle dans la démonstration que dans le cas où $h' = 0$.

tingue que par sa simplicité plus grande et reprenons les intégrales I_p considérées au § 19. Posons en outre:

$$I_{-3} = \int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2 + \varrho_0 f^2 \right\} d\tau + \int_{(S)} h f^2 \, d\tau .$$

La quantité I_{-3} sera positive pour la même raison que les autres intégrales I_p à indices impairs. On trouve aisément

$$I_{-2}^2 < I_{-3} I_{-1}$$

d'où

$$\frac{I_{-3}}{I_{-2}} > \frac{I_{-2}}{I_{-1}} .$$

On aura donc

$$\frac{I_{-3}}{I_{-2}} \geqq R \tag{39}$$

en désignant, comme au § 19, par R la valeur commune du rayon de convergence uniforme de la série (4) et la limite de la suite (17).

Substituons maintenant dans la définition de la fonction w considérée au § 19, à la fonction $f(x, y, z)$, la fonction $f_n(x, y, z)$ définie par l'équation (37). Si l'on désigne alors par $I_{-3}^{(n)}$, $I_{-2}^{(n)}$ et $R^{(n)}$ ce que deviennent les quantités I_{-3}, I_{-2} et R après cette substitution, le théorème qu'exprime l'inégalité (39) nous donnera:

$$\frac{I_{-3}^{(n)}}{I_{-2}^{(n)}} \geqq R_n . \tag{40}$$

On trouve d'ailleurs aisément

$$I_{-3}^{(n)} = \int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{dz}\right)^2 + \varrho_0 f^2 \right\} d\tau +$$

$$+ \int_{(S)} h f^2 \, ds - \sum_{k=1}^{n} \xi_k A_k^2 - \varrho_0 \sum_{k=1}^{n} A_k^2 \tag{41}$$

$$I_{-2}^{(n)} = \int_{(D)} \{ f(x, y, z) \}^2 \, d\tau - \sum_{k=1} A_k^2 . \tag{42}$$

L'équation (41) nous apprend qu'à partir d'une certaine valeur assez grande du nombre entier et positif n, l'intégrale $I_{-3}^{(n)}$ décroît

ou reste constante. D'autre part il résulte du théorème II que R^n croît indéfiniment. Donc, à cause de l'inégalité (40), on a

$$\lim_{n=\infty} I_{-2}^{(n)} = 0$$

équation qui, à cause de (42), équivaut à l'équation (38) qu'il s'agissait précisément de démontrer.

VII. Application des fonctions harmoniques à l'étude de la fonction de Green généralisée.

§ 22. Désignons par ϱ_0 le même nombre réel et positif que le nombre désigné par cette lettre au § 18, et soit ϱ un nombre réel et positif vérifiant l'inégalité

$$\varrho \geqq \varrho_0 . \tag{1}$$

Cela posé appliquons à la fonction de Green $G(x, y, z, x', y', z', -\varrho)$ le théorème V du chapitre précédent. Nous aurons:

$$\int_{(D)} \{ G(x, y, z, x', y', z', -\varrho) \}^2 \, d\tau' \geqq \sum_{k=1}^{\infty} \frac{U_k^2}{(\varrho + \xi_k)^2} . \tag{2}$$

Observons maintenant ceci, si l'on pose $\xi = -\varrho$, l'inégalité (1) est une condition suffisante pour que l'inégalité (16) du chapitre V soit vérifiée. On aura donc:

$$\sqrt[3]{\varrho} > \sum_{k=1}^{\infty} \frac{U_k^2}{(\varrho + \xi_k)^2} . \tag{3}$$

Soit N un nombre entier et positif assez grand pour que l'inégalité

$$n \geqq N \tag{4}$$

entraîne l'inégalité suivante:

$$\xi_n \geqq \varrho_0 . \tag{5}$$

L'inégalité (4) étant vérifiée, il sera permis de poser $\varrho = \xi_n$ dans l'inégalité (3). Il viendra:

$$\sqrt[3]{\xi_n} > \sum_{k=1}^{\infty} \frac{U_k^2}{(\xi_n + \xi_k)^2}$$

et l'on aura, a fortiori:

$$\sum_{k=n}^{\infty} \frac{U_k^2}{(\xi_n + \xi_k)^2} < \frac{3}{\sqrt{\xi_n}} \tag{6}$$

dans tout le domaine (D). Mais puisque l'inégalité

$$k > n$$

entraîne la relation

$$\xi_k \geqq \xi_n,$$

l'inégalité (6) donnera:

$$\sum_{k=n}^{\infty} \frac{U_k^2}{\xi_k^2} < \frac{12}{\sqrt{\xi_n}} \tag{7}$$

dans tout le domaine (D), pourvu que le nombre n vérifie l'inégalité (4). Ce résultat, très important pour nous, va nous permettre d'établir une série de théorèmes qui nous seront très utiles.

§ 23. Considérons la fonction de Green généralisée $G\,(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi)$ et posons:

$$\psi\,(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi, \xi') =$$
$$= \frac{G\,(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi) - G\,(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi')}{\xi - \xi'}. \tag{8}$$

La fonction ψ considérée comme fonction des variables x, y, z jouira des propriétés suivantes:

1° Elle sera continue dans tout le domaine (D) et sur sa frontière (S).

2° Au point (x_0, y_0, z_0) lui-même, les dérivées $\frac{\partial \psi}{\partial x}, \frac{\partial \psi}{\partial y}$ et $\frac{\partial \psi}{\partial z}$ n'existeront pas, mais en tout autre point situé à l'intérieur du domaine (D) elles existeront et seront continues; en outre, dans le voisinage du point (x_0, y_0, z_0) les modules de ces dérivées auront une limite supérieure finie.

3° Dans le voisinage de tout point intérieur au domaine (D) mais distinct du point (x_0, y_0, z_0), la fonction ψ sera une fonction analytique holomorphe des variables x, y, z et satisfera à l'équation suivante:

$$\triangle \psi + \xi \psi + G\,(x_0, y_0, z_0, x, y, z, \xi') = 0\,. \tag{9}$$

4° On aura

$$h' \frac{d\psi}{dN} = h\,\psi \tag{10}$$

sur la frontière (S) du domaine (D).

En tenant compte de ces propriétés de la fonction ψ, on prouvera au moyen d'une application facile du théorème de Green la formule suivante:

$$\psi(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi, \xi') =$$

$$(11) \qquad = \int_{(D)} G(x_0, y_0, z_0, x', y', z', \xi')\, G(x, y, z, x', y', z', \xi)\, d\tau'.$$

Il résulte encore des mêmes propriétés de la fonction ψ ceci: Si l'on pose

$$\psi = \psi_1 + i\psi_2$$

pour mettre en évidence les parties réelle et imaginaire de la fonction ψ, on pourra appliquer le théorème VI du chapitre précédent à chacune des fonctions ψ_1 et ψ_2. En ajoutant membre à membre les équations obtenues de cette façon, on trouvera:

$$(12) \qquad \int_{(D)} |\psi(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi, \xi')|^2\, d\tau - \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\{U_k(x_0, y_0, z_0)\}^2}{(\xi - \xi_k)^2 (\xi' - \xi_k)^2} = 0.$$

Posons:

$$(13) \qquad F(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi, \xi') = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{U_k(x, y, z)\, U_k(x_0, y_0, z_0)}{(\xi - \xi_k)(\xi' - \xi_k)}.$$

Les paramètres ξ et ξ' ayant des valeurs déterminées, distinctes, cela va sans dire, des nombres ξ_k, la série (13) sera absolument et uniformément convergente quand les points (x, y, z) et (x_0, y_0, z_0) se déplaceront d'une façon quelconque dans le domaine (D). C'est ce que l'on prouvera aisément en s'appuyant sur l'inégalité (7).

Posons pour un moment

$$\varphi(x, y, z) = \psi(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi, \xi') - F(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi, \xi').$$

La fonction $\varphi(x, y, z)$ sera continue dans tout le domaine (D) et il résulte des équations (12) et (13) que l'on a:

$$\int_{(D)} |\varphi(x, y, z)|^2\, d\tau = 0.$$

Cela prouve que l'on a:

$$(14) \qquad \psi(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi, \xi') = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{U_k(x, y, z)\, U_k(x_0, y_0, z_0)}{(\xi - \xi_k)(\xi' - \xi_k)}.$$

la série du second membre étant, répétons-le, absolument et uniformément convergente lorsque les points x, y, z et x_0, y_0, z_0 se déplacent d'une façon quelconque dans le domaine (D).

Je dis que la fonction ψ considérée comme fonction de l'un des paramètres ξ ou ξ' est une fonction analytique méromorphe dont l'ensemble des pôles coïncide avec l'ensemble des pôles des termes de la série qui la représente. Pour le démontrer, considérons un cercle quelconque (Σ) tracé dans le plan de la variable ξ et désignons par ψ_1 la somme de la série en laquelle se transforme la série (14) après la supression des termes correspondant à ceux des nombres ξ_k qui sont les affixes de points situés à l'intérieur du cercle (Σ) ou sur sa circonférence. Si les points (ξ) et (ξ') se déplacent à l'intérieur du cercle (Σ) ou sur sa circonférence, la série représentant la quantité ψ_1 sera absolument et uniformément convergente, on le démontrera aisément en s'appuyant sur l'inégalité (7). Cela prouve que la fonction ψ jouit bien de la propriété annoncée.

Les équations (8) et (14) donnent:

$$G(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi) - G(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi') =$$
$$= (\xi - \xi') \sum_{k=1}^{\infty} \frac{U_k(x, y, z)\, U_k(x_0, y_0, z_0)}{(\xi - \xi_k)(\xi' - \xi_k)}. \tag{15}$$

Cette équation qui nous sera très utile plus tard, prouve que la fonction $G(x, y, z, x_0, y_0, z_0, \xi)$, considérée comme fonction du paramètre ξ est une fonction méromorphe, fonction dont l'expression (15) met en évidence les pôles et les résidus correspondants.

§ 24. Posons

$$\xi = \alpha - i\beta$$
$$\xi' = \alpha - i\beta.$$

les équations (11) et (14) donneront:

$$\int_{(D)} |G(x, y, z, x, y, z, \xi)|^2 \, d\tau' = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{U_k^2}{(\alpha - \xi_k)^2 + \beta^2}. \tag{16}$$

Comme la série du second membre de cette équation est uniformément (et évidemment absolument) convergente dans le domaine (D), il résulte de l'équation en question que l'intégrale qui en forme le premier membre aura une limite supérieure finie fonction des variables α et β, indépendante de la position du point (x, y, z)

dans le domaine (D) et cela non seulement, comme on l'a déjà vu plus haut, lorsque le paramètre ξ satisfait aux conditions assurant l'inégalité (16) du chapitre V, mais encore lorsque ce paramètre a une valeur quelconque pour laquelle la fonction de Green existe.

Supposons que le paramètre $\xi = \varrho\,(\cos\theta + i\sin\theta)$ ne satisfasse pas nécessairement aux conditions dans lesquelles nous nous sommes placés pour établir l'inégalité (16) du chapitre V, c'est à dire l'inégalité

$$\int_{(D)} |G(\xi)|^2\,d\tau < \frac{3}{\sqrt{\varrho}\sin\frac{\theta}{2}} \tag{17}$$

et proposons-nous de déterminer une limite supérieure simple de l'intégrale formant le premier membre de l'équation (16). Rappelons à cet effet que, pour assurer l'inégalité (17), il suffit d'assujettir le paramètre ξ à satisfaire à une inégalité de la forme

$$\frac{1}{\sqrt{\varrho}\,\sin^2\frac{\theta}{2}} \leqq \mathscr{E} \tag{18}$$

en designant par $\mathscr{E}$ un nombre positif dépendant de la nature des quantités h' et h.

Cela posé admettons que la valeur

$$\xi = \varrho\,(\cos\theta + i\sin\theta) \tag{19}$$

du paramètre dont dépend la fonction G ne satisfasse pas à la condition (18) et envisageons une autre valeur

$$\xi' = \varrho'\,(\cos\theta' + i\sin\theta') \tag{20}$$

telle que l'on ait à la fois

$$\varrho'\cos\theta' = \varrho\cos\theta\,; \qquad \frac{1}{\sqrt{\varrho'}\,\sin^2\frac{\theta'}{2}} = \mathscr{E}. \tag{21}$$

Les quantités ϱ et θ étant données, on pourra toujours déterminer ϱ' et θ' de façon que ces nombres vérifient les équations (21). En vertu de la seconde des équations (21) et parce que la relation (18) entraîne l'inégalité (17), on aura:

$$\int |G(\xi')|^2\,d\tau < \frac{3}{\sqrt{\varrho'}\,\sin^2\frac{\theta'}{2}}. \tag{22}$$

Portons successivement dans l'équation (16) les valeurs (19) et (20) du paramètre dont dépend la fonction de Green. La comparaison des équations obtenues et l'inégalité (22) permettront d'établir sans peine l'inégalité suivante:

$$\int_{(D)} |G(\xi)|^2 d\tau < \frac{l'^2}{l^2} \frac{3}{\varrho' \sin \frac{\theta'}{2}}$$

en désignant par l et l' les distances des points (ξ) et (ξ') au plus proche des points (ξ_k). La seconde des équations (21) permet de donner à l'inégalité précédente la forme suivante:

$$\int_{(D)} |G(\xi)|^2 d\tau < 3\,6 \frac{l'^2}{l^2} \sin \frac{\theta'}{2}. \tag{23}$$

C'est le résultat que nous voulions établir.

VIII. Application diverses des théories précédentes.

§ 25. Nous avons vu (chapitre V, équation (25)) que la fonction w étudiée au chapitre IV peut être représentée au moyen de la formule suivante:

$$w(x, y, z, \xi) = \int_{(D)} f(x', y', z')\, G(x, y, z, x', y', z', \xi)\, d\tau'. \tag{1}$$

Dans la définition de la fonction w, adoptée au chapitre IV, nous avons supposé:

1° Que la fonction $f(x, y, z)$, qui peut être une fonction complexe de la forme $f_1 + i f_2$, est telle que l'intégrale

$$\mathfrak{F} = \int_{(D)} |f|^2 d\tau \tag{2}$$

ait un sens.

2° Que le module de la fonction $f(x, y, z)$ a une limite supérieure finie quand on se borne à considérer les positions du point (x, y, z) dont la distance à la surface (S) ne dépasse pas une certaine limite.

Prenons maintenant l'équation (1) pour définition de la fonction w et bornons-nous d'abord à admettre que la fonction $f(x, y, z)$ ne satisfasse qu'à la première des deux hypothèses précédentes.

La formule (1) et l'équation (15) du chapitre précédent donnent:

$$(3) \qquad w(x, y, z, \xi) - w(x, y, z, \xi') = (\xi - \xi') \sum_{k=1}^{\infty} \frac{A_k U_k(x, y, z)}{(\xi - \xi_k)(\xi' - \xi_k)}$$

en posant:

$$(4) \qquad A_k = \int_{(D)} f(x, y, z)\, U_k(x, y, z)\, d\tau \qquad (k = 1, 2, 3 \ldots)$$

Je fais maintenant les remarques suivantes:

1° Les équations (1) et (2) donnent

$$(5) \qquad |w|^2 < \mathfrak{B} \int_{(D)} |G|^2\, d\tau$$

d'où l'on conclut, en s'appuyant sur le théorème exprimé par l'inégalité (16) du chapitre V que la fonction w tend vers zéro, uniformément dans le domaine (D), lorsque le module du paramètre ξ croît indéfiniment, l'argument conservant une valeur fixe comprise entre 0 et 2π et distincte de chacun de ces nombres.

2° Il résulte de l'inégalité (7) du chapitre précédent et de ce que l'on trouve en appliquant le théorème V du chapitre VI successivement à la partie réelle et au coefficient de l'unité imaginaire de la fonction $f(x, y, z)$ que la série:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{A_k U_k}{\xi - \xi_k}$$

est, pour toute valeur de ξ distincte des nombres $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \ldots$, absolument et uniformément convergente dans le domaine (D) et qu'elle représente une fonction analytique du paramètre ξ méromorphe dans toute portion finie du plan de la variable complexe ξ.

Ces remarques faites, donnons à l'argument de la variable ξ' une valeur constante quelconque comprise entre zéro et 2π mais distincte de chacun de ces deux nombres et faisons croître indéfiniment le module de cette variable. L'équation (3) donnera:

$$(6) \qquad w(x, y, z, \xi) = -\sum_{k=1}^{\infty} \frac{A_k U_k}{\xi - \xi_k}$$

la série du second membre étant, répétons-le, absolument et uniformément convergente dans tout le domaine (D) et représentant une fonction analytique méromorphe du paramètre ξ.

§ 26. On déduit aisément de l'équation (6):

$$-\frac{1}{\xi-\xi_1}=\int_{(D)} w(x',y',z',\xi)\,U_k(x',y',z')\,d\tau',$$

ce qui donne:

$$w(x,y,z,\xi)=\sum_{k=1}^{\infty} U_k \int_{(D)} w(x',y',z',\xi)\,U_k(x',y',z')\,d\tau'.$$

équation qui exprime le théorème suivant: lorsqu'à une fonction donnée $F(x, y, z)$ définie dans le domaine (D), il est possible de faire correspondre une fonction $f(x, y, z)$ telle que pour une certaine valeur particulière $\xi^{(0)}$ du paramètre ξ, on ait

$$F(x,y,z)=\int_{(D)} f(x',y',z')\,G(x,y,z,x',y',z',\xi^{(0)})\,d\tau' \tag{7}$$

et telle en outre que l'intégrale (2) ait un sens, on pourra représenter la fonction $F(x, y, z)$ au moyen de la série suivante:

$$F(x,y,z)=\sum_{k=1}^{\infty} B_k\,U_k(x,y,z) \tag{8}$$

absolument et uniformément convergente dans le domaine (D) et dans laquelle les coefficients constants B_k ont les valeurs suivantes:

$$B_k=\int_{(D)} F(x',y',z')\,U_k(x',y',z')\,d\tau'. \tag{9}$$

Ce théorème comprend comme cas particulier et sous une forme perfectionnée les théorèmes connus antérieurement et relatif aux séries procédant suivant des fonctions harmoniques [1]).

Il est aisé de voir que la fonction $F(x, y, z)$ satisfera certainement aux hypothèses dans lesquelles la formule (8) a été établie, quand elle sera continue dans le domaine (D) ainsi que sur sa frontière (S), quand les dérivées $\frac{\partial^2 F}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 F}{\partial y^2}$ et $\frac{\partial^2 F}{\partial z^2}$ seront continues en chaque point situé à l'intérieur du domaine (D) et quand elle vérifiera enfin la condition aux limites

[1]) Consulter les travaux cités dans l'Introduction.

$$h' \frac{dF}{dN} = h F.$$

Pour le prouver, posons

$$\psi(x, y, z) = \triangle F$$

et désignons par $\xi^{(0)}$ une valeur quelconque du paramètre ξ distincte des nombres ξ_k. Nous aurons:

$$\triangle F + \xi^{(0)} F + f = 0,$$

en posant

$$f = -\psi(x, y, z) - \xi^{(0)} F(x, y, z).$$

Cela étant, une application facile du théorème de Green nous conduira à l'expression (7) de la fonction F. La proposition que nous venons d'énoncer est donc établie.

§ 27. Un théorème général établi par M. Stekloff dans le plus récent des deux travaux cités au § 21, permettrait de conclure des théorèmes V et VI du chapitre VI que l'équation (38) du même chapitre est encore vérifiée lorsque l'on se borne à admettre que la fonction réelle $f(x, y, z)$ ne satisfait qu'aux deux hypothèses suivantes:

1° L'intégrale

$$\int_{(D)} \{f(x, y, z)\}^2 \, d\tau \tag{10}$$

a un sens.

2° La fonction considérée est limitée.

Nous allons suivre une méthode qui n'exige pas, comme celle de M. Stekloff, la considération de séries procédant suivant des polynômes entiers et nous démontrerons une proposition plus générale que celle qui résulterait du théorème de M. Stekloff et dont voici l'énoncé: Il suffit que l'intégrale (10) ait un sens pour que l'on ait:

$$\int_{(D)} \{f(x, y, z)\}^2 \, d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 \tag{11}$$

en posant, comme plus haut:

$$A_k = \int_{(D)} f(x, y, z) \, U_k(x, y, z) \, d\tau. \tag{12}$$

Supposons d'abord que la fonction $f(x, y, z)$ soit limitée. On s'assurera avec un peu d'attention, que l'hypothèse d'après laquelle

l'intégrale (10) a un sens entraîne la conséquence suivante: à tout nombre positif ε non nul mais aussi petit que l'on voudra, il est possible de faire correspondre une partie (D_0) du domaine (D) de façon que les circonstances suivantes se présentent à la fois:

1° La distance à la surface (S) d'un point variable ne sortant pas du domaine (D_0) aura une limite inférieure non nulle d.

2° La différence des volumes des domaines (D) et (D_0) sera inférieure à ε.

3° Il existera une longueur δ non nulle mais inférieure à d, telle que l'oscillation de la fonction $f(x, y, z)$ à l'intérieur de toute sphère de rayon δ soit inférieure à ε, pourvu que le centre de cette sphère ne soit pas situé à l'extérieur du domaine (D_0).

Cela posé, voici ce que l'on concluera aisément de la formule (1), de ce que la valeur absolue de la fonction $f(x, y, z)$ a une limite supérieure finie F et de la remarque faite au chapitre V au sujet de l'expression (18) du même chapitre: il correspondra au nombre ε un nombre positif L tel que l'inégalité

$$\varrho \geqq L \tag{13}$$

entraîne l'inégalité

$$|\varrho\, w(x, y, z, -\varrho) - f(x, y, z)| < 2\,\varepsilon \tag{14}$$

pourvu que le point (x, y, z) ne sorte pas du domaine (D_0). Le nombre ϱ vérifiant l'inégalité (13), il résulte de l'inégalité (14) que l'on aura:

$$\left| \varrho^2 \int_{(D_0)} \{w(x, y, z, -\varrho)\}^2\, d\tau - \int_{(D_0)} \{f(x, y, z)\}^2\, d\tau \right| < 4\,(F+\varepsilon)\,\mathfrak{T}\,\varepsilon \tag{15}$$

en désignant par $\mathfrak{T}$ le volume total du domaine (D). Reportons-nous aux inégalités (13) et (28) du chapitre IV, elles nous apprennent que l'inégalité (13) entraînera l'inégalité:

$$|w| < \frac{8F}{\varrho}$$

que la constante h' soit nulle ou égale à 1, mais à condition que le nombre L soit assez grand, condition que nous supposerons être vérifiée.

Cela posé nous aurons:

$$(16)\quad \left\{\begin{array}{l} \varrho^2\left\{\int\limits_{(D)}[w(x,y,z,-\varrho)]^2\,d\tau-\int\limits_{(D_0)}[w(x,y,z,-\varrho)]^2\,d\tau\right\}<64F^2\varepsilon \\ \int\limits_{(D)}f^2\,d\tau-\int\limits_{(D_0)}f^2\,d\tau<F^2\,\varepsilon \end{array}\right.$$

parce que la différences des volumes des domaines (D) et (D_0) est inférieure à ε.

Puisque l'inégalité (13) entraîne les inégalités (15) et (16), elle entraînera aussi l'inégalité suivante:

$$\varrho^2\int\limits_{(D)}\{w(-\varrho)\}^2\,d\tau-\int\limits_{(D)}f^2\,d\tau\Big|<\{65\,F^2+4\,F\,\mathfrak{T}+4\,\mathfrak{T}\varepsilon\}\,\varepsilon$$

Le nombre ε pouvant être pris aussi petit que l'on voudra, le résultat que nous venons d'obtenir exprime que

$$(17)\qquad \lim_{\varrho=\infty}\varrho^2\int\limits_{(D)}\{w(-\varrho)\}^2\,d\tau=\int\limits_{(D)}f^2\,d\tau\,.$$

Il résulte d'ailleurs de l'expression (6) de la fonction w que l'on a:

$$(18)\qquad \lim_{\varrho=\infty}\varrho^2\int\limits_{(D)}\{w(-\varrho)\}^2\,d\tau=\sum_{k=1}^{\infty}A_k^2\,.$$

Il résulte des équations (17) et (18) que la relation (11) est démontré dans le cas où la fonction $f\,(z,\,y,\,z)$ est limitée.

Affranchissons-nous maintenant de la restriction précédente. A cet effet décomposons le domaine (D) en deux autres (D') et (D'') de façon que la fonction $f\,(x,\,y,\,z)$ soit limitée dans le domaine (D'), et considérons deux fonctions $f'\,(x,\,y,\,z)$ et $f''\,(x,\,y,\,z)$ définies comme il suit: dans le domaine (D') on a:

$$f'(x,y,z)=f(x,y,z)\,;\qquad f''(x,y,z)=0$$

et dans le domaine (D''):

$$f'(x,y,z)=0;\quad f''(x,y,z)=f(x,y,z)\,.$$

Posons:

$$\mathfrak{B}=\int\limits_{(D)}f^2\,d\tau\,;\qquad \mathfrak{B}'=\int\limits_{(D)}f'^2\,;\qquad \mathfrak{B}''=\int\limits_{(D)}f''^2\,d\tau$$

$$A'_k=\int\limits_{(D)}f'\,U_k\,d\tau\,;\qquad A''_k=\int\limits_{(D)}f''\,U_k\,d\tau.$$

Nous aurons:

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{B}' + \mathfrak{B}'' \tag{19}$$

$$A_k = A'_k + A''_k \tag{20}$$

et, puisque la fonction $f'(x, y, z)$ est limitée dans le domaine (D), nous aurons encore:

$$\mathfrak{B}' = \sum_{k=1}^{\infty} A'^2_k . \tag{21}$$

D'ailleurs le théorème V du chapitre VI donne:

$$\mathfrak{B}'' \geqq \sum_{k=1}^{\infty} A''^2_k . \tag{22}$$

Les équations (20) et (21) donnent:

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 - \mathfrak{B}' = 2 \sum_{k=1}^{\infty} A'_k A''_k + \sum_{k=1}^{\infty} A''^2_k .$$

Or

$$\left| \sum_{k=1}^{\infty} A'_k A''_k \right|^2 < \left| \sum_{k=1}^{\infty} A'^2_k \right| \left| \sum_{k=1}^{\infty} A''^2_k \right| .$$

Il en résulte:

$$\left| \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 - \mathfrak{B}' \right| < 2 \sqrt{\mathfrak{B}' \mathfrak{B}''} + \mathfrak{B}''$$

à cause des relations (21) et (22). D'ailleurs, comme on a évidemment

$$\mathfrak{B}' < \mathfrak{B} ,$$

on aura a fortiori:

$$\left| \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 - \mathfrak{B}' \right| < 2 \sqrt{\mathfrak{B} \mathfrak{B}''} + \mathfrak{B}'' . \tag{23}$$

J'observe maintenant ceci: puisque l'intégrale

$$\int f^2 \, d\tau$$

a un sens, il sera possible de faire varier le domaine (D'') de façon que l'intégrale $\mathfrak{B}''$ tende vers zéro sans que, dans aucun de ces états, le domaine (D') ne devienne tel que la valeur absolue de la fonction $f(x, y, z)$ cesse d'y avoir une limite supérieure finie; plus le domaine (D'') sera petit, plus la limite supérieure des valeurs

absolues de la fonction $f(x, y, z)$ dans le domaine (D') pourra être grande, mais pour chaque forme particulière du domaine (D') elle aura une valeur finie. Donc, lorsque l'on fera varier les domaines (D'') et (D') de la manière qui vient d'être expliquée, la relation (23) ne cessera jamais d'être vérifiée. Cela posé, on concluera immédiatement des relations (20) et (23) que l'on a:

$$\mathfrak{B} = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2$$

équation équivalente à l'équation (11). Le théorème qu'il fallait démontrer est donc établi dans toute sa généralité.

IX. Solution du Problème de Fourier réduit.

§ 28. Avant d'aborder le Problème de Fourier réduit, étudions un autre problème dont la relation intime avec le Problème de Fourier apparaît au premier coup d'oeil. Voici ce problème:

Etant donné une fonction réelle $f(x, y, z)$ des variables x, y, z définie dans le domaine (D), telle que l'intégrale

$$\mathfrak{B} = \int_{(D)} f^2 \, d\tau. \tag{1}$$

ait un sens, mais d'ailleurs tout à fait quelconque, déterminer une fonction $V(x, y, z, t)$ définie pour toute valeur positive de t dans tout le domaine (D) et sur la frontière (S) de ce domaine, jouissant des propriétés suivantes:

1° Pour toute valeur positive de t et pour toute position du point (x, y, z) à l'intérieur du domaine (D) ou sur la frontière (S) de ce domaine, la fonction V elle-même et la dérivée $\frac{\partial V}{\partial t}$ sont des fonctions continues des quatre variables x, y, z, t.

2° Pour toute valeur positive de t et pour toute position du point (x, y, z) à l'intérieur du domaine (D) les dérivées

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}, \quad \frac{\partial^2 V}{\partial y^2}, \quad \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}$$

existent et sont des fonctions continues des quatre variables x, y, z, t, fonctions liées par l'équation:

$$\triangle V = \frac{\partial V}{d t}. \tag{2}$$

3° Pour toute valeur positive de t, la quantité $D_{ni}(V)$ (voir au § 3 la définition du symbole D_{ni}) tend uniformément vers sa limite $\frac{dV}{dN}$ quand la distance à la surface (S) du point auquel se rapporte la quantité $D_{ni}(V)$ tend vers zéro et l'on a:

$$h' \frac{dV}{dN} = h\, V \tag{3}$$

où, comme dans les chapitres précédents, on a représenté par h' une constante donnée ne pouvant avoir que la valeur zéro ou la valeur un, et par h une fonction donnée réelle et continue définie sur la surface (S), mais pouvant d'ailleurs être quelconque.

4° L'intégrale

$$\int_{(D)} \{f(x, y, z) - V(x, y, z, t)\}^2 d\tau \tag{4}$$

tend vers zéro lorsque t tend vers zéro en restant positif.

Je vais démontrer que ce problème admet toujours une solution, mais qu'il n'en admet qu'une seule.

Supposons provisoirement que le problème que je viens de poser admette une solution et cherchons à déterminer, en partant de cette hypothèse, la forme analytique de la fonction V.

Posons

$$\varphi_k(t) = \int_{(D)} V(x', y', z', t)\, U_k(x', y', z')\, d\tau \tag{5}$$

en désignant par les U_k les fonctions harmoniques relatives aux valeurs données des quantités h' et h. D'après ce que l'on a vu au § 26, on aura:

$$V(x, y, z, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \varphi_k(t)\, U_k(x, y, z),$$

pour toute valeur positive de t, la série étant absolument et uniformément convergente dans tout le domaine (D).

L'équation (2) donne aisément:

$$\frac{d\varphi_k}{dt} + \xi_k \varphi_k = 0.$$

Cela prouve que la fonction $\varphi_k(t)$ tend, lorsque t tend vers zéro en restant positif, vers une limite déterminée A_k et que

$$\varphi_k(t) = A_k e^{-\xi_k t} .$$

D'ailleurs la formule (5) peut s'écrire ainsi:

$$\varphi_k(t) = \int_{(D)} f(x, y, z)\, U_k(x, y, z)\, d\tau + \int_{(D)} \{V - f\}\, U_k\, d\tau$$

d'où:

$$\left\{ \varphi_k - \int_{(D)} f\, U_k\, d\tau \right\}^2 < \int_{(D)} \{V - f\}^2\, d\tau$$

puisque

$$\int_{(D)} U_k^2\, d\tau = 1$$

par définition. A cause de la condition relative à l'intégrale (4), il résulte de ce qui précède que l'on a

$$(6) \qquad A_k = \int_{(D)} f(x, y, z)\, U_k(x, y, z)\, d\tau \qquad (k = 1, 2, 3 \ldots).$$

Nous arrivons donc à la conclusion suivante: le problème qui nous occupe admet au plus une seule solution, et, s'il en admet une, soit $V(x, y, z, t)$, on a:

$$(7) \qquad V(x, y, z, t) = \sum_{k=1}^{\infty} A_k\, U_k(x, y, z)\, e^{-\xi_k t}$$

les coefficients A_k étant déterminés au moyen de l'équation (6).

Reste à prouver que la série (7) représente bien une fonction vérifiant toutes les conditions du problème. Considérons le nombre positif ϱ_0 introduit au début du chapitre VI. La fonction de Green généralisée $G(x, y, z, x', y', z', -\varrho_0)$ relative à la condition aux limites

$$h' \frac{dG}{dN} = h\, G$$

existera. Cela posé observons que l'on a:

$$\triangle U_k - \varrho_0 U_k + (\xi_k + \varrho_0)\, U_k = 0,$$

ce qui donne:

$$U_k = (\xi_k + \varrho_0) \int_{(D)} U_k(x', y', z')\, G(x, y, z, x', y', z', -\varrho_0)\, d\tau. \tag{8}$$

En tenant compte de l'inégalité (16) du chapitre V, on en conclut:

$$U_k' = \frac{\xi_k + \varrho_0}{\sqrt[4]{\varrho_0}} \sqrt[2]{3}. \tag{9}$$

Voici les conséquences que l'on tirera immédiatement de cette inégalité en tenant compte de l'inégalité (26) du chapitre VI: pour toute valeur positive de t, la série (7) est absolument et uniformément convergente dans le domaine (D), la somme V de cette série admet par rapport à la variable t, des dérivées de tous les ordres et l'on a

$$\frac{\partial^p V}{\partial t^p} = (-1)^p \sum_{k=1}^{\infty} A_k\, \xi_k^p\, U_k\, e^{-\xi_k t} \tag{10}$$

pour toute valeur entière et positive de p, la série du second membre étant absolument et uniformément convergente dans tout le domaine (D).

Il résulte d'abord de ce qui précède que, pour toute valeur positive de t, la fonction V ainsi que les fonctions $\frac{\partial^p V}{\partial t^p}$ sont continues dans tout le domaine (D).

Voici d'autres conséquences qui résultent de ce qui vient d'être établi au sujet des séries (7) et (10). On a:

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \int_{(D)} \left\{ \varrho_0 \frac{\partial V(x', y', z', t)}{\partial t} - \frac{\partial^2 V(x', y', z')}{\partial t^2} \right\} G(x, y, z, x, y, z, -\varrho_0)\, d\tau' \tag{11}$$

$$V = \int_{(D)} \left\{ \varrho_0 V(x', y', z', t) - \frac{\partial V(x', y', z', t)}{\partial t} \right\} G(x, y, z, x', y', z', -\varrho_0)\, d\tau'. \tag{12}$$

Reportons-nous d'une part au dernier § du chapitre IV, et d'autre part au théorème exprimé par l'équation (25) du chapitre V. Voici ce que nous pourrons alors conclure des équations (11) et (12).

1° Les fonctions

$$\varrho_0 \frac{\partial V}{\partial t} - \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} \quad \text{et} \quad \varrho_0 V - \frac{\partial V}{\partial t}$$

étant continues dans le domaine (D), les fonctions $\frac{\partial V}{\partial t}$ et V admettront, par rapport aux variables x, y, z des dérivées du premier ordre qui seront continues en chaque point situé à l'intérieur du domaine (D).

2° Puisque d'après cela, la fonction

$$\varrho_0 V - \frac{\partial V}{\partial t}$$

admet par rapport aux variables x, y, z des dérivées du premier ordre continues en chaque point situé à l'intérieur du domaine (D), il résulte de l'équation (12) que, par rapport aux variables x, y, z, la fonction V admet des dérivées du second ordre continues en chaque point situé à l'intérieur du domaine et que l'on a

$$\Delta V - \varrho_0 V + \left(\varrho_0 V - \frac{dV}{dt}\right) = 0.$$

autrement dit:

$$\Delta V = \frac{\partial V}{\partial t}$$

dans tout le domaine (D) et

$$h' \frac{dV}{\partial N} = hV$$

en chaque point de la surface (S), la quantité $\frac{dV}{dN}$ étant une fonction continue, limite vers laquelle tend uniformément l'expression $D_{ni}(V)$ lorsque la distance à la surface (S) du point auquel se rapporte cette expression tend vers zéro.

Cela posé il ne reste qu'à s'assurer que la somme V de la série (7) satisfait aussi au 4-e point de l'énoncé du problème qui nous occupe. C'est ce que l'on conclura immédiatement de l'équation (11) du chapitre précédent.

En définitive le problème que nous nous étions proposé admet, comme nous l'avons annoncé, toujours une solution et il n'en admet qu'une seule.

§ 29. Avant d'appliquer au Problème de Fourier réduit le résultat que nous venons d'établir, démontrons, à cause de l'intérêt qu'il présente en lui-même, le théorème suivant:

Si l'on désigne par t_0 un nombre positif quelconque et par (x_0, y_0, z_0)

un point quelconque situé à l'intérieur du domaine (D), la fonction V sera une fonction analytique holomorphe des variables x, y, z, t dans le voisinage du système de valeurs x_0, y_0, z_0, t_0 de ces variables.

Pour établir ce théorème, commençons par faire la remarque suivante: il résulte de l'équation (8) de ce chapitre et du théorème exprimé par l'équation (25) du chapitre V que la fonction $w(x, y, z, \xi)$ considérée au chapitre IV se confond avec la fonction U_k en remplaçant la fonction $f(x, y, z)$ par la fonction $(\xi_k + \varrho_0)\, U_k$ et en posant $\xi = -\varrho_0$. Cette remarque faite, il résulte de l'inégalité (9) de ce chapitre et des inégalités (15) et (23) du chapitre IV que l'on a dans tous les cas:

$$\left| \frac{dU_k}{dN} \right| < 20\sqrt[2]{3}\, \frac{(\xi_k + \varrho_0)^2}{\varrho_0^{\frac{3}{4}}}. \tag{13}$$

On a d'ailleurs

$$U_k = \frac{1}{4\pi} \int_{(S)} U_k \frac{d}{dN} \frac{e^{-\mu_k r}}{r}\, ds - \frac{1}{4\pi} \int_{(S)} \frac{dU_k}{dN} \frac{e^{-\mu_k r}}{r}\, ds \tag{14}$$

en désignant par μ_k la valeur que prend, pour $\xi = \xi_k$, le nombre μ défini par l'équation (3) du chapitre II.

Il résulte de l'équation (14) que, dans le voisinage de tout point situé à l'intérieur du domaine (D), la fonction U_k est une fonction analytique holomorphe des variables x, y, z. Mais ce n'est pas pour en tirer cette conclusion, qui résulte du théorème connu rappelé au début du chapitre III, que nous avons écrit la formule (14). Considérons le terme général:

$$A_k e^{-\xi_k t}\, U_k$$

de la série (7). L'expression précédente représente une fonction des variables x, y, z, t analytique et holomorphe dans le voisinage du système de valeurs x_0, y_0, z_0, t_0 de ces variables. Posons:

$$A_k e^{-\xi_k t}\, U_k = \Sigma\, C_{m,n,p,q} (x - x_0)^m (y - y_0)^n (z - z_0)^p (t - t_0)^q \tag{15}$$

et cherchons une limite supérieure du module du coefficient $C_{m,n,p,q}$. A cet effet désignons par δ un nombre positif assez petit pour que, pour toutes les valeurs réelles et complexes des variables x, y, z, t, vérifiant les inégalités

(16) $|x - x_0| \leqq \delta;\ |y - y_0| \leqq \delta;\ |z - z_0| \leqq \delta;\ |t - t_0| \leqq \delta$

le premier nombre de l'équation (15) soit holomorphe. On n'éprouvera aucune difficulté à déterminer une valeur admissible de δ connaissant le nombre t_0 et la plus courte distance du point (x_0, y_0, z_0) à la surface (S). Supposons que les variables x, y, z, t prennent toutes les valeurs réelles et complexes compatibles avec les inégalités (16) et soit alors M_k une limite supérieure du module du premier membre de l'équation (15). On aura

$$(17) \qquad |C_{m,n,p,q}| < \frac{M_k}{\delta^{m+n+p+q}}$$

en vertu d'un théorème bien connu.

En s'appuyant sur la formule (14) et sur les inégalités (13) et (9) et en remarquant que

$$|A_k| < \sqrt{\mathcal{E}}$$

en vertu de l'équation (11) du chapitre précédent, on trouvera aisément que l'on peut prendre:

$$(18) \qquad M_k = (Q_0 + Q_1 a_k + Q_2 a_k^2 + Q_3 a_k^3 + Q_4 a_k^4)\, e^{g_1 a_k - g_2 \xi_k}$$

en désignant par a_k le module de μ_k et par Q_0, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, g_1 et g_2 des nombres positifs indépendants de l'indice k.

Il résulte immédiatement des relations (17) et (18) que la fonction $V(x, y, z, t)$ peut être représentée au moyen d'une série entière par rapport aux différences

$$x - x_0,\ y - y_0,\ z - z_0,\ t - t_0$$

série qui sera absolument et uniformément convergente pour toutes les valeurs des variables x, y, z, t vérifiant les inégalités (16). La fonction V sera donc bien analytique et holomorphe par rapport aux variables x, y, z, t dans le voisinage du système de valeurs x_0, y_0, z_0, t_0 de ces variables. C'est le théorème que nous voulions établir.

Faisons remarquer que les relations (17) et (18) montrent que la série (7) est dérivable terme à terme par rapport à chacune des variables x, y, z, t à condition, cela va sans dire, de ne considérer que des valeurs positives de t et de supposer que le point x, y, z est situé à l'intérieur du domaine (D); j'ajoute que, lorsque l'on considère seulement celles des dérivées de la fonction V qui sont de la forme

$$\frac{\partial^p V}{\partial t^p}$$

il est permis de supposer que le point (x, y, z) est situé sur la surface (S) elle-même et on peut les calculer par la règle que je viens d'énoncer; c'est ce que l'on a déjà fait remarquer plus haut.

§ 30. Voici, en ce qui concerne le Problème de Fourier réduit, la conséquence la plus immédiate du résultat établi au § 28: lorsque ce problème est possible, il n'admet qu'une seule solution et la solution unique de ce problème, quand elle existe, coïncide avec la fonction $V(x, y, z, t)$ définie par l'équation (7).

Les termes mêmes dans lesquels nous avons posé le Problème de Fourier réduit impliquent, comme il est aisé de voir, que la fonction $f(x, y, z)$ satisfait à des hypothèses beaucoup moins générales que celle qui a été adoptée à son sujet dans le problème énoncé au début de ce chapitre. Cependant, au lieu d'introduire dès maintenant ces hypothèses, proposons-nous d'examiner la manière dont se comporte la fonction $V(x, y, z, t)$ lorsque la variable t tend vers zéro sans cesser de rester positive, en laissant d'abord à la fonction $f(x, y, z)$ toute sa généralité et en n'introduisant qu'ensuite des hypothèses de plus en plus restrictives.

§ 31. L'expression (7) de la fonction $V(x, y, z, t)$ se prêterait mal à l'étude qu'il s'agit d'entreprendre et nous allons en faire connaître une autre expression qui rendra cette étude très facile. A cet effet considérons la fonction $w(x, y, z, \xi)$ définie par la formule (1) du chapitre VIII, à savoir

$$w(x, y, z, \xi) = \int_{(D)} f(x', y', z')\, G(x, y, z, x', y', z', \xi)\, d\tau', \tag{19}$$

rapportons le plan du paramètre complexe ξ à un système de coordonnées rectangulaires (α, β), ce qui donnera

$$\xi = \alpha + i\beta, \tag{20}$$

en désignant par α et β des nombres réels, et envisageons, dans le plan du paramètre ξ, une suite infinie de contours fermés

$$(C_1), (C_2)\, (C_3), \ldots \tag{21}$$

Pour définir le contour (C_m) portons sur la partie positive de l'axe des β, dans le sens des β positifs et à partir d'un point A, situé à une certaine distance R_m de l'origine (Ω) des coordonnées (α, β), un

segment AB. Soient A' et B' les points symétriques aux points A et B par rapport au point Ω. Joignons les points A et A' par un demi-cercle $AA''A'$ de centre Ω, situé du côté des α négatifs et, après avoir mené par les points B et B' des parallèles à l'axe des α et porté sur ces parallèles, à partir des points B et B', dans le sens des α positifs, des segments BB_1 et $B'B'_1$ ayant pour longueur commune la distance commune l_m des points B et B' à l'origine des coordonnées Ω, joignons les points B_1 et B'_1 par le segment $B_1 B'_1$; Les longueurs R_m et l_m étant choisies comme on va l'indiquer immédiatement, le contour $B_1 BAA'' A' B' B'_1 B_1$ sera le contour (C_m) que nous voulions définir.

Occupons-nous d'abord de la longueur l_m. Il résulte de l'inégalité (26) du chapitre VI qu'il existera une infinité de valeurs de l'indice k pour lesquelles on aura:

$$\xi_{k+1} - \xi_k > \frac{E^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{2(\xi_{k+1} + \xi_k)}} \tag{22}$$

soit

$$k_1, k_2, k_3, \ldots$$

la suite croissante formée par ces valeurs du nombre k à partir d'une valeur k_1 telle que l'on ait

$$\xi_{k_1+1} + \xi_{k_1} > 2\,\varrho_0$$

en désignant par ϱ_0 un nombre positif de même nature que le nombre désigné par ce symbole au début du chapitre VI. Cela posé nous prendrons

$$l_m = \tfrac{1}{2}(\xi_{k_m+1} + \xi_{k_m}).$$

Quand à la longueur R_m nous nous bornerons à l'assujettir à vérifier les inégalités suivantes:

$$\varrho_0 \leqq R_m < l_m. \tag{23}$$

Cela posé considérons l'intégrale imaginaire

$$\mathfrak{V}_m = \frac{-1}{2\pi i} \int_{(C_m)} w(x, y, z, \xi)\, e^{-\xi t}\, d\xi$$

prise, dans le sens direct suivant le contour C_m, en supposant que t soit positif. Il résulte de l'équation (6) du chapitre VIII que l'on aura:

$$\lim_{m=\infty} \mathfrak{V}_m = V(x, y, z, t).$$

Il est aisé de conclure de l'inégalité (5) du chapitre VIII et des inégalités (16) et (23) des chapitres V et VII que la partie de l'intégrale $\mathfrak{V}_m$ relative à la partie $B' B'_1 B_1 B$ du contour (C_m) tend vers zéro lorsque m croit indéfiniment. Par conséquent, si l'on désigne par (Γ_m) la partie $BAA'' A' B'$ du contour (C_m), on aura:

$$V(x, y, z, t) = \lim_{m=\infty} \frac{1}{2\pi i} \int_{(\Gamma_m)} w(x, y, z, \xi) e^{-\xi t} d\xi \tag{24}$$

l'intégrale du second membre étant prise suivant le chemin (Γ_m) du du point B' au point B.

Désignons par (Γ'') une ligne qui ne se distingue de la ligne (Γ_m) qu'en ce que l'arc $A' A'' A$ est remplacé par un autre arc de cercle de rayon quelconque R supérieur, comme R_m, à ϱ_0 et que ses extrémités P' et P, au lieu d'être symétriques par rapport à l'origine des coordonnées Ω sont placées, la première sur la partie négative de l'axe des β et la seconde sur la partie positive de cet axe à des distances du point Ω plus grandes que la longueur R mais d'ailleurs quelconques. Je dis que l'intégrale

$$\frac{1}{2\pi i} \int_{(\Gamma'')} w(x, y, z, \xi) e^{-\xi t} d\xi \tag{25}$$

prise suivant le chemin (Γ'') du point P' au point P tend, lorsque les points P' et P s'éloignent indéfiniment, vers la limite vers laquelle tend l'intégrale qui se trouve au second membre de l'équation (24) lorsque m croît indéfiniment. Pour le prouver, il suffit évidemment d'établir ceci: soient Q_1 et Q_2 deux points placés sur l'axe des β d'un même côté du point Ω, la distance du point Q_2 au point Ω étant plus grande que celle du point Q_1, l'intégrale

$$\int_{\overline{Q_1 Q_2}} w e^{-t\xi} d\xi \tag{26}$$

tendra uniformément vers zéro quand on fera croître indéfiniment la longueur ΩQ_1 de quelque façon que varie en même temps la distance des points Q_1 et Q_2. Pour nous assurer qu'il en est bien ainsi, désignons par Q_3 le troisième sommet du triangle, rectangle en Q_2, ayant le segment $Q_1 Q_2$ pour un de ses côtés et situé, par rapport à l'axe des β, du côté des α positifs. Il est évident que l'intégrale (26) est égale à l'intégrale

$$(27) \qquad \int_{(Q_1 Q_3 Q_2)} w\, e^{-t\xi}\, d\xi .$$

Or en faisant usage des inégalités dont nous avons eu à nous servir un peu plus haut, on prouvera aisément que l'intégrale (27) et par suite l'intégrale (26) jouissent de la propriété annoncée. Donc ce que nous voulions établir au sujet de l'intégrale (25) est démontré.

Si l'on convient de représenter la limite, vers laquelle tend une intégrale imaginaire prise suivant le chemin (Γ') du point P' au P, lorsque les points P' et P s'éloignent indéfiniment, en plaçant l'indice (Γ) au bas du signe d'intégration, on pourra exprimer le résultat des considérations qui viennent d'être développées au moyen de l'équation suivante:

$$(28) \qquad V(x, y, z, t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{(\Gamma)} w(x, y, z, \xi)\, e^{-t\xi}\, d\xi.$$

C'est l'expression de la fonction V que nous voulions établir.

§ 32. En vue des applications de la formule (28), il est indispensable de calculer l'intégrale définie suivante

$$(29) \qquad \int_{(\Gamma)} e^{-r\mu - t\xi}\, d\xi$$

où l'on a représenté par r et t deux nombres positifs et par μ la fonction de ξ définie par l'équation (3) du chapitre II.

Désignons par P_1 un point situé sur la partie négative de l'axe des β à une distance de l'origine supérieure au rayon R de l'arc de cercle faisant partie de la ligne (Γ), par P_2 le symétrique de P_1 par rapport à l'origine des coordonnées Ω et par (Γ'') la partie de (Γ) limitée par les points P_1 et P_2. Posons ensuite

$$\psi_1 = \int_{(\Gamma'')} e^{-r\mu - t\xi}\, d\xi$$

l'intégration étant effectuée du point P_1 au point P_2 suivant le chemin (Γ''). Posons ensuite

$$\xi = \frac{\eta^2}{t}$$

$$m = \frac{r}{2\sqrt{t}}$$

en prenant la détermination positive du radical. Il viendra

$$\psi_1 = \frac{2}{t} \int_{-p+ip}^{+p+ip} e^{-\eta^2 + 2mi\eta} \, \eta \, d\eta$$

en désignant par p un nombre positif croissant indéfiniment lorsque les points P_1 et P_2 s'éloignent indéfiniment et en effectuant l'intégration suivant un chemin quelconque du point $(-p+ip)$ au point $(+p+ip)$. Posons enfin

$$\eta = mi + \zeta.$$

nous trouverons:

$$\psi_1 = \frac{2}{t} e^{-m^2} \int_{-p+ip-m}^{+p+ip-m} e^{-\zeta^2} (\zeta + mi) \, d\zeta.$$

On reconnaîtra sans peine que lorsque p croît indéfiniment, l'intégrale précédente tend vers la même limite que l'intégrale:

$$\frac{2}{t} e^{-m^2} \int_{-p}^{+p} e^{-\zeta^2} (\zeta + mi) \, d\zeta = \frac{2mi}{t} e^{-m^2} \int_{-p}^{+p} e^{-\zeta^2} \, d\zeta$$

et on trouvera finalement pour l'intégrale (29) qu'il s'agissait de calculer, la valeur suivante:

$$\int_{(\Gamma)} e^{-r\mu - t\zeta} \, d\zeta = \frac{ir\sqrt{\pi}}{t^{\frac{3}{2}}} e^{-\frac{r^2}{4t}}. \tag{30}$$

§ 33. Voici une remarque qui nous sera utile tout à l'heure: soit $\varphi(\xi)$ une fonction analytique de la variable complexe ξ définie pour toute valeur finie de ξ dont le module est supérieur à une limite déterminée ϱ_0 et dont l'argument θ satisfait aux inégalités

$$\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{3\pi}{2}. \tag{31}$$

Supposons que pour toutes ces valeurs de ξ, la fonction $\varphi(\xi)$ soit holomorphe et que le module du produit $\varphi(\xi)\,\xi^{t+p}$, où p représente un nombre positif différent de zéro, tende uniformément vers zéro lorsque le module de ξ croît indéfiniment, l'argument ne cessant de satisfaire aux inégalités (31). Dans ces conditions on aura:

$$(32) \qquad \lim_{t=0} \int_{(\Gamma)} q(\xi) e^{-t\xi} \, d\xi = 0$$

en désignant par t un nombre positif quelconque et en supposant, bien entendu, que le rayon R du demi-cercle formant la partie courbe de la ligne (Γ) soit supérieur à ϱ_0.

Rien n'empêche évidemment de prendre

$$R = \frac{1}{t}.$$

En faisant cela, on s'assurera très aisément que la relation (32) a bien lieu.

§ 34. Pour simplifier le langage, j'introduis le terme de valeur moyenne d'une fonction $f(x, y, z)$ en un point $A(x_0, y_0, z_0)$ du domaine dans lequel elle est définie. Décrivons une sphère (Σ) de centre A et de rayon R assez petit pour qu'elle soit située tout entière dans le domaine, soit (D), dans lequel la fonction $f(x, y, z)$ est définie. Désignons par $d\sigma$ un élément de surface de la sphère (Σ) et considérons l'expression

$$(33) \qquad \frac{1}{4\pi R^2} \int_{(\Sigma)} f \, d\sigma$$

où l'intégrale doit être étendue à toute la surface de la sphère (Σ). Supposons que l'expression (33) tende vers une limite déterminée lorsque R tend vers zéro. Je désignerai cette limite par le symbole $[f(x_0, y_0, z_0)]$ et je l'appellerai valeur moyenne de la fonction $f(x, y, z)$ au point (x_0, y_0, z_0). Il est évident que, si la fonction $f(x, y, z)$ est continue au point (x_0, y_0, z_0), sa valeur moyenne en ce point ne se distingue pas de sa valeur au même point, mais il est clair que la fonction $f(x, y, z)$ peut être discontinue au point (x_0, y_0, z_0) et avoir cependant, en ce point, une valeur moyenne parfaitement déterminée.

Passons à l'étude de la fonction $V(x, y, z, t)$, somme de la série (7). Si l'on porte la valeur (19) de la fonction $w(x, y, z, \xi)$ dans l'expression (28) de la fonction V et si l'on effectue un changement de l'ordre des intégrations, changement dont la légitimité est facile à établir, on trouve:

$$V(x, y, z, t) = \frac{1}{2\pi i} \int\limits_{(D)} f(x', y', z')\, d\tau' \int\limits_{(\Gamma)} G(x, y, z, x', y', z', \xi) e^{-t\xi} d\xi. \quad (34)$$

Désignons par (D_δ) l'ensemble des points du domaine (D), points tels que la distance de chacun d'eux à la frontière (S) du domaine (D) soit au moins égale à une certaine longueur δ, non nulle, mais que l'on pourra se fixer aussi petite que l'on voudra. En s'appuyant, d'une part sur la proposition exprimée par l'équation (32) et d'autre part sur la remarque faite au chapitre V au sujet de l'expression (18) du même chapitre, on reconnaîtra aisément que la différence

$$V(x, y, z, t) - \frac{1}{2\pi i} \int\limits_{(D)} f(x', y', z')\, d\tau' \int\limits_{(\Gamma)} \frac{e^{-ur-t\xi}}{4\pi r} d\xi \quad (35)$$

où r représente la distance des points (x, y, z) et (x', y', z'), tend vers zéro lorsque t tend vers zéro en restant positif, et cela uniformément lorsque le point (x, y, z) ne sort pas du domaine (D_δ).

En vertu de l'équation (30), la différence (35) peut être mise sous la forme suivante:

$$V(x, y, z, t) - \frac{1}{8\pi^{\frac{3}{2}} t^{\frac{3}{2}}} \int\limits_{(D)} f(x', y', z') e^{-\frac{r^2}{4t}} d\tau'. \quad (36)$$

Voici les conséquences que l'on tirera aisément du résultat auquel nous venons d'arriver:

1° Si la fonction $f(x, y, z)$ admet en un point (x_0, y_0, z_0) situé à l'intérieur du domaine (D) une valeur moyenne déterminée $[f(x_0, y_0, z_0)]$ on a

$$\lim_{t=0} V(x_0, y_0, z_0, t) = [f(x_0, y_0, z_0)] \quad (37)$$

2° Si la fonction $f(x, y, z)$ est continue dans une partie (D_1) du domaine (D), partie de ce domaine qui, pour δ assez petit, puisse être considérée comme appartenant au domaine (D_δ), la fonction $V(x, y, z, t)$ tendra, lorsque t tendra vers zéro en restant positif et à condition que le point (x, y, z) ne sorte pas du domaine (D_1), uniformément vers $f(x, y, z)$.

§ 35. Supposons maintenant que la valeur absolue de la fonction $f(x, y, z)$ ait une limite supérieure finie F lorsque le point (x, y, z) varie dans le domaine (D). Deux cas sont à distinguer suivant que h' est égal à zéro ou à l'unité.

Soit d'abord $h' = 0$. Il résulte des relations (17) et (19) du chapitre IV ainsi que des équations (28) et (32) de ce chapitre que l'expression:

$$(38) \qquad V(x, y, z, t) - \frac{1}{2\pi i}\int_{(\Gamma)} \Phi\, e^{-t\xi}\, d\xi + \frac{1}{2\pi i}\int_{(\Gamma)} u_0\, e^{-t\xi}\, d\xi$$

tendra vers zéro avec t et cela uniformément dans tout le domaine (D).

Le second terme de la différence (38) ne se distingue pas du second terme de l'expression (36); on a donc:

$$(39) \qquad \frac{1}{2\pi i}\int_{(\Gamma)} \Phi\, e^{-t\xi}\, d\xi = \frac{1}{8\pi^{\frac{3}{2}}\, t^{\frac{3}{2}}}\int_{(D)} f(x', y', z')\, e^{-\frac{r^2}{4t}}\, d\tau'.$$

Pour calculer le troisième terme de l'expression (38) désignons: par r la distance d'un point courant P (x, y, z) à un point P' (x', y', z') situé sur la surface (S), par r_1 la distance du point P' (x', y', z') à l'élément de volume $d\tau_1$ relatif à un point P_1 (x_1, y_1, z_1) et par γ l'angle formé par la direction $P'P_1$ avec la normale en P' à la surface (S), cette normale étant dirigée vers l'intérieur du domaine (D). Si l'on pose

$$\varphi(x, y, z, x', y', z') =$$

$$(40) \qquad = \frac{-1}{16\pi^{\frac{5}{2}}\, t^{\frac{3}{2}}\, r}\int_{(D)} f(x_1, y_1, z_1)\cos\gamma\, \frac{\partial}{\partial r_1}\left[\frac{r+r_1}{r_1}\, e^{-\frac{(r+r_1)^2}{4t}}\right] d\tau_1$$

on trouve facilement, à l'aide de l'équation (30), l'expression suivante pour la quantité cherchée:

$$(41) \qquad \frac{1}{2\pi i}\int_{(\Gamma)} u_0\, e^{-t\xi}\, d\xi = \int_{(S)} \varphi(x, y, z, x', y', z')\, ds'$$

en désignant par ds' l'élément de la surface (S) relatif au point (x', y', z').

Avant de tirer des relations précédentes les conclusions auxquelles elles conduisent, établissons les relations analogues relatives au cas où l'on a $h' = 1$.

On conclut immédiatement des relations (36) et (39) du chapitre

IV, en s'appuyant sur le théorème exprimé par l'équation (32) de ce chapitre, que l'expression:

$$V(x, y, z, t) - \frac{1}{2\pi i}\int_{(\Gamma)} \psi e^{-t\xi}\, d\xi - \frac{1}{2\pi i}\int_{(\Gamma)} v_0\, e^{-t\xi}\, d\xi \tag{42}$$

tend vers zéro lorsque t tend vers zéro en restant positif et cela uniformément dans tout le domaine (D).

On aperçoit immédiatement qu'il suffirait d'étendre l'intégration, dans le second membre des équations (39) et (40), à tout l'espace (E) au lieu de la limiter au domaine (D) pour que les premiers membres des équations (39) et (41) deviennent identiques au premier et au second termes de l'équation (42). Nous avons donc:

$$\frac{1}{2\pi i}\int_{(\Gamma)} \psi e^{-t\xi}\, d\xi = \frac{1}{8\pi^{\frac{2}{3}}\, t^{\frac{2}{3}}}\int_{(E)} f(x', y', z')\, e^{-\frac{r^2}{4t}}\, d\tau' \tag{43}$$

$$\frac{1}{2\pi i}\int_{(\Gamma)} v_0\, e^{-t\xi}\, d\xi = \int_{(S)} \mathcal{V}(x, y, z, x', y', z')\, ds' \tag{44}$$

en posant:

$$\mathcal{V}(x, y, z, x', y', z') =$$

$$= \frac{1}{16\pi^{\frac{5}{2}}\, t^{\frac{3}{2}}\, r}\int_{(E)} f(x_1, y_1, z_1) \cos\gamma\, \frac{\partial}{\partial r_1}\left\{\frac{r + r_1}{r_1}\, e^{-\frac{(r+r_1)^2}{4t}}\right\} d\tau_1 . \tag{45}$$

Désignons par I le premier membre de l'une quelconque des équations (39) ou (43). On trouve facilement

$$I < F \tag{46}$$

en désignant, comme précédemment, par F une limite supérieure de la valeur absolue de la fonction $f(x, y, z)$.

Soit $A(x, y, z, x', y', z')$ le premier membre de l'une des équations (40) ou (45). On trouve non moins aisément:

$$|A(x, y, z, x', y', z_1)| < \frac{F}{\pi^{\frac{3}{2}}\sqrt{t}}\, \frac{e^{-\frac{r^2}{4t}}}{r} .$$

Par conséquent, si l'on désigne par $B(x, y, z)$ le premier membre de l'une des équations (41) ou (44), on aura:

$$(47) \qquad |B(x, y, z)| < \frac{F}{\pi^{\frac{3}{2}}\sqrt{t}} \int_{(S)} \frac{e^{-\frac{r^2}{4t}}}{r} ds$$

en désignant par r la distance du point courant (x, y, z) à l'élément ds de la surface (S). On prouvera aisément qu'il existe un nombre positif M dépendant uniquement de la nature de la surface (S) tel que l'on ait:

$$(48) \qquad \frac{1}{\pi^{\frac{3}{2}}\sqrt{t}} \int_{(S)} \frac{e^{-\frac{r^2}{4t}}}{r} ds < M$$

pour toute valeur positive de t. On aura donc:

$$(49) \qquad |B(x, y, z)| < M . F.$$

Voici ce que l'on peut conclure des inégalités (46) et (49) en se reportant aux relations qui nous ont permis de prouver que celle des expressions (38) ou (42) qui correspond aux valeurs données des quantités h' et h tend uniformément vers zéro lorsque t tend vers zéro: à tout nombre positif T correspond un nombre positif $C(T)$ indépendant de la fonction $f(x, y, z)$, tel que l'inégalité:

$$(50) \qquad 0 < t \leqq T$$

entraîne l'inégalité

$$(51) \qquad |V(x, y, z, t)| < C(T) F$$

quelle que soit la position du point (x, y, z) dans le domaine (D) ou sur sa frontière (S). J'ajoute qu'il sera possible de remplacer $C(T)$ par un membre indépendant de T dans chacun des cas où l'on a $h' = 0$ ou $\frac{h}{h'} > 0$. C'est ce que l'on vérifiera aisément au moyen de l'expression (7) de la fonction V et en remarquant que, dans les cas indiqués, aucun des nombres ξ_k ne peut être négatif.

§ 35. Abordons enfin le cas où la fonction $f(x, y, z)$ est continue dans le domaine (D) et sur la frontière (S) de ce domaine et supposons d'abord que l'on ait $h' = 1$.

Je dis que la fonction $\mathfrak{V}(x, y, z, x', y', z')$ définie par l'équation (45) tend, dans l'hypothèse où nous nous plaçons maintenant, uniformément vers zéro lorsque t tend vers zéro en restant positif.

Je rappelle que, dans l'équation (45), la lettre r_1 représente la distance de l'élément de volume $d\tau_1$ à un point P' (x', y', z') situé sur la surface (S). Cela posé, considérons une sphère (Σ) de centre P' et de rayon r_1 et posons

$$\lambda(r_1) = \frac{1}{4\pi r_1^2} \int_{(\Sigma)} f(x_1, y_1, z_1) \cos\gamma \, d\sigma \tag{52}$$

en désignant par $d\sigma$ l'élément de surface de la sphère (Σ), relatif au point (x_1, y_1, z_1). L'équation (45) donnera alors:

$$\mathfrak{A}(x, y, z, x', y', z') =$$

$$= \frac{-1}{4\pi^{\frac{3}{2}} t^{\frac{3}{2}} r} \int_0^\infty r_1^2 \lambda(r_1) \frac{\partial}{\partial r_1} \left\{ \frac{r - r_1}{r_1} e^{-\frac{(r-r_1)^2}{4t}} \right\} d r_1. \tag{53}$$

La fonction $\lambda(r_1)$ est manifestement une fonction continue de r_1 ainsi que des coordonnés (x', y', z') du point P' de la surface (S) auquel elle se rapporte et l'on a

$$\lim_{r_1=0} \lambda(r_1) = 0.$$

Par conséquent, si l'on désigne par l une variable réelle et positive, il existera une fonction continue et positive $\varepsilon_1(l)$ de cette variable, s'annulant pour $l = 0$ et telle que les inégalités

$$0 < r_1 < l$$

entraîne l'inégalité

$$\lambda(r_1) < \varepsilon_1(l)$$

quelle que soit la position du point P' sur la surface (S). En outre, quelle que soit la position de ce point sur la surface (S) et quelle que soit la valeur positive attribuée à r_1, on aura évidemment:

$$\lambda(r_1) < E.$$

Posons

$$Q_1 = -\int_0^l r_1^2 \frac{\partial}{\partial r_1} \left\{ \frac{r + r_1}{r_1} e^{-\frac{(r+r_1)^2}{4t}} \right\} d r_1$$

$$Q_2 = -\int_0^\infty r_1^2 \frac{\partial}{\partial r_1}\left\{\frac{r+r_1}{r_1} e^{-\frac{r\,r_1^2}{4t}}\right\} d r_1.$$

A cause de ce qui vient d'être dit au sujet de la fonction $\lambda\,(r_1)$, nous aurons:

$$(54) \qquad |\,\mathcal{V}(x, y, z, x' y' z')\,| < \frac{Q_1\,\varepsilon_1\,(l) + Q_2\,F}{4\pi^{\frac{3}{2}}\,t^{\frac{3}{2}}\,r}.$$

D'ailleurs

$$(55) \qquad Q_1 < 4t\,e^{-\frac{r^2}{4t}}$$

et

$$Q_2 = \{4t + l\,(r+l)\}\,e^{\frac{l\,r^2}{4t}}$$

d'où

$$Q_2 < \{4t + l\,(r+l)\}\,e^{\frac{l^2}{4t}}\,e^{-\frac{r^2}{4t}}.$$

Or la variable r ne peut dépasser le maximum L de la distance de deux points situés sur la surface (S), par conséquent:

$$(56) \qquad Q_2 < \{4t + l\,(L+l)\}\,e^{-\frac{l^2}{4t}}\,e^{-\frac{r^2}{4t}}.$$

Nous sommes libres de disposer du nombre l à notre convenance; faisons $l = \sqrt[4]{t}$. Il est aisé de voir qu'il résulte alors des inégalités (54), (55) et (56), que l'on a:

$$|\,\mathcal{V}(x, y, z, x' y' z')\,| < \frac{\varepsilon\,(t)}{\pi^{\frac{3}{2}}\sqrt{t}}\,\frac{e^{-\frac{r^2}{4t}}}{r}.$$

en désignant par $\varepsilon\,(t)$ une fonction de t tendant vers zéro lorsque la variable positive t tend vers zéro. A cause de cette inégalité, les relations (44) et (48) donnent:

$$(57) \qquad \left|\frac{1}{4\pi i}\int_{(\Gamma)} v_0\,e^{-t\xi}\,d\xi\right| < M\,.\,\varepsilon\,(t)$$

inégalité qui prouve que le troisième terme de l'expression (42) tend, avec t, uniformément vers zéro dans tout le domaine (D). D'autre part le second terme de la même expression tend, dans les mêmes con-

ditions, on le prouvera aisément, uniformément dans (D) vers $f(x, y, z)$ en outre, comme nous l'avons vu plus haut, toute l'expression (42) tend uniformément vers zéro lorsque t tend vers zéro en restant, bien entendu, positif. Nous arrivons par conséquent au théorème suivant: Lorsque la fonction $f(x, y, z)$ est continue dans tout le domaine (D) et sur sa frontière (S) et lorsque de plus $h' = 1$, la fonction $V(x, y, z, t)$, définie par la série (7), tend, lorsque t tend vers zéro en restant positif, vers $f(x, y, z)$ uniformément dans tout le domaine (D).

Passons au cas où $h' = 0$. Si la fonction $f(x, y, z)$ ne s'annule pas sur la surface (S), le théorème précédent ne peut s'étendre au cas actuel; cela est évident parce que, lorsque $h' = 0$, la fonction $V(x, y, z, t)$ est constamment nulle sur la surface (S).

Par conséquent, dans le cas où $h' = 0$ et où la fonction $f(x, y, z)$ ne s'annule pas sur la surface (S), il n'y a rien à ajouter à ce qui résulte déjà des faits établis dans les deux §§ précédents.

Supposons donc que la fonction $f(x, y, z)$ s'annule sur la surface (S). Dans ce cas on peut, sans rompre la continuité de la fonction $f(x, y, z)$ la prolonger au-delà du domaine (D) dans tout l'espace, en convenant de lui attribuer la valeur zéro dans tous les points de l'espace situés à l'extérieur du domaine (D). La fonction $f(x, y, z)$ étant prolongée de cette façon, les intégrales (39) et (41) coïncideront, la première avec l'intégrale (43) et la seconde avec l'intégrale (44). Par conséquent, dans l'hypothèse où nous nous sommes placés, voici ce qui arrive lorsque t tend vers zéro en restant positif: le troisième terme de l'expression (38) tend uniformément vers zéro et le second vers $f(x, y, z)$. D'ailleurs, l'expression (38) toute entière tend uniformément vers zéro. Nous avons donc le théorème suivant: lorsque la fonction $f(x, y, z)$, continue dans tout le domaine (D), s'annule en outre sur la surface (S), la fonction $V(x, y, z, t)$ définie par l'équation (7) et relative au cas où $h' = 0$, tend, lorsque t tend vers zéro, vers $f(x, y, z)$ et cela uniformément dans tout le domaine (D).

§ 37. Résumons les résultats acquis dans ce chapitre. Le problème posé en tête de ce chapitre doit être considéré comme une forme plus générale du Problème de Fourier réduit. Ce problème admet toujours une solution et il n'en admet qu'une. Nous avons obtenu deux expressions différentes de la solution unique $V(x, y, z, t)$ du problème considéré: l'expression (7) et l'expression (28). En de-

hors des propriétés qui caractérisent la fonction $V(x, y, z, t)$, solution du problème en question, cette fonction jouit des propriétés suivantes:

1° Si l'on désigne par (x_0, y_0, z_0) un point situé à l'intérieur du domaine (D) et par t_0 un nombre positif quelconque différent de zéro, la fonction V est (§ 29), dans le voisinage du système de valeurs (x_0, y_0, z_0, t_0) des variables dont elle dépend, une fonction analytique holomorphe de ces variables.

2° Lorsqu'en un point (x_0, y_0, z_0), situé à l'intérieur du domaine (D), la fonction $f(x, y, z)$ admet (§ 34) une valeur moyenne déterminée $[f(x_0, y_0, z_0)]$, l'expression $V(x_0, y_0, z_0, t)$ a, lorsque t tend vers zéro en restant positif, la quantité $[f(x_0, y_0, z_0)]$ pour limite.

3° Supposons que dans chaque point du domaine (D_δ), intérieur au domaine (D) et tel que les distances des points du domaine (D_δ) à la surface (S), frontière du domaine (D), aient une limite inférieure δ différente de zéro, la fonction $f(x, y, z)$ soit continue. Dans ce cas (§ 34), dans le domaine (D_δ), la fonction $V(x, y, z, t)$ tend uniformément vers $f(x, y, z)$ lorsque t tend vers zéro en restant positif.

4° Lorsque la valeur absolue de la fonction $f(x, y, z)$ définie dans le domaine (D), a une limite supérieure finie F, il correspond (§ 35) à tout nombre positif T, un nombre positif $C(T)$, fonction du nombre T seul, tel que l'inégalité

$$0 < t \leqq T$$

entraîne l'inégalité

$$|V(x, y, z, t)| < C(T) F$$

quelle que soit la position du point (x, y, z) à l'intérieur du domaine (D) ou sur la frontière (S) de ce domaine. En outre, lorsque $h' = 0$ ou lorsque l'on a à la fois $h' = 1$ et $h > 0$, le nombre $C(T)$ a une limite supérieure finie indépendante de T.

5° Supposons que la fonction $f(x, y, z)$ soit continue dans tout le domaine (D) ainsi que sur la frontière (S) de ce domaine. Supposons en outre que, dans le cas particulier où $h' = 0$, la fonction $f(x, y, z)$ s'annule sur la surface (S). Dans ces conditions (§ 36) la fonction $V(x, y, z, t)$ tend, uniformément dans tout le domaine (D), vers $f(x, y, z)$ lorsque t tend vers zéro en restant positif.

On voit que le Problème de Fourier réduit, tel que nous l'avons énoncé dans l'Introduction, ne peut admettre qu'une solution unique,

laquelle, quand elle existe, se confond avec la fonction $V(x, y, z, t)$. Pour que le problème de Fourier réduit admette une solution, il suffit que la fonction $f(x, y, z)$, définie dans le domaine (D), admette, pour sa valeur absolue, une limite supérieure finie et que cette fonction, sans avoir forcément des valeurs périphériques constituant une fonction continue, soit continue en chaque point situé à l'intérieur du domaine (D). Ces conditions de possibilité du Problème de Fourier réduit sont non seulement suffisantes mais aussi nécessaires. En effet, si la fonction $f(x, y, z)$ n'était pas continue en chaque point situé à l'intérieur du domaine (D), la fonction continue $V(x, y, z, t)$ ne pourrait pas, dans les conditions précisées dans l'énoncé du problème, tendre uniformément vers $f(x, y, z)$. D'autre part, la fonction $f(x, y, z)$ étant continue en chaque point situé à l'intérieur du domaine (D), si sa valeur absolue n'avait pas une limite supérieure finie, si par conséquent, lorsque le point (x, y, z) tend vers un point situé sur la surface (S), la valeur absolue de la fonction $f(x, y, z)$ pouvait croître indéfiniment, la fonction $V(x, y, z, t)$, solution du Problème de Fourier réduit, ne pourrait pas, comme l'exigerait l'énoncé, avoir, pour sa valeur absolue, une limite supérieure indépendante des variables x, y, z, lorsque t ne sort pas d'un intervalle de la forme $(0, T)$ où T représente un nombre positif.

X. Réduction du Problème de Fourier à sa forme réduite.

§ 38. Reportons-nous à l'énoncé du Problème de Fourier tel qu'on le trouve au début de l'Introduction. Pour le ramener à la forme réduite, je supposerai que les dérivées

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t}, \quad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \quad \text{et} \quad \frac{\partial^3 \varphi}{\partial t^3}$$

existent et j'admettrai que ces dérivées ainsi que la fonction φ elle-même sont des fonctions continues de la variable non négative t et des coordonnées du point de la surface (S) dont elles dépendent. Désignons par ϱ_0 un nombre positif et considérons une fonction $u(x, y, z, t)$ vérifiant l'équation

$$\Delta u - \varrho_0 u = 0$$

à l'intérieur du domaine (D) et satisfaisant à la condition aux limites:

$$h' \frac{du}{dN} = h u + \varphi .$$

Si, comme je vais l'admettre, le nombre ϱ_0 est assez grand, la fonction u existera, nous saurons la calculer (chapitre II) et elle sera parfaitement déterminée (chapitre III). Désignons, comme dans l'Introduction, par $V(x, y, z, t)$ une solution du Problème de Fourier, en admettant provisoirement qu'elle existe, et posons:

$$V = V_1 + u .$$

Le problème de la détermination de la fonction V_1 se distinguera du Problème de Fourier réduit en cela seul qu'au lieu de satisfaire à l'équation

$$V_1 = \frac{\partial V_1}{\partial t}$$

à l'intérieur du domaine (D), la fonction V_1 satisfera, à l'intérieur de ce domaine à l'équation suivante:

$$\triangle V_1 = \frac{\partial V_1}{\partial t} + F(x, y, z, t)$$

en posant

$$F(x, y, z, t) = -\varrho_0 u + \frac{\partial u}{\partial t} . \tag{1}$$

Supposons provisoirement qu'il existe une fonction $W(x, y, z, t)$ jouissant des propriétés suivantes:

1° Pour toute valeur positive de t, cette fonction est continue dans tout le domaine (D) et sur sa frontière (S), et elle satisfait à l'équation

$$\triangle W = \frac{\partial W}{\partial t} + F(x, y, z, t) \tag{2}$$

à l'intérieur du domaine (D).

2° Pour toute valeur positive de t, on a

$$h' \frac{dW}{dN} = h W \tag{3}$$

sur toute la surface (S).

3° Lorsque t tend vers zéro en restant positif, la fonction $W(x, y, z, t)$ tend uniformément vers une fonction des variables x, y, z, continue dans tout le domaine (D) et sur sa frontière (S), mais d'ailleurs quelconque.

Si la fonction W existait, on pourrait poser

$$V_1 = V_2 + W$$

et la détermination de la fonction V_2 dépendrait du Problème de Fourier réduit.

Nous arrivons donc à la conclusion suivante: il suffirait de trouver pour la fonction W une expression satisfaisant aux conditions énoncées ci-dessus pour avoir le droit d'affirmer que la réduction du Problème de Fourier à la forme réduite est effectuée.

On verra au § suivant qu'il est aisé de présenter une expression de la fonction W vérifiant toutes les conditions voulues.

§ 39. Pour plus de généralité nous allons faire abstraction de l'expression (1) de la fonction $F(x, y, z, t)$ et, au lieu de supposer qu'elle jouisse de toutes les propriétés que lui assure cette expression. nous nous bornerons à admettre que:

1° La fonction $F(x, y, z, t)$ elle-même ainsi que les dérivées

$$\frac{\partial F}{\partial t} \quad \text{et} \quad \frac{\partial^2 F}{\partial t^2} \tag{4}$$

sont des fonctions continues des variables x, y, z, t à l'intérieur du domaine (D) et sur sa frontière (S) pour toutes les valeurs non négatives de t.

2° Les dérivées

$$\frac{\partial F}{\partial x}, \quad \frac{\partial F}{\partial y} \quad \text{et} \quad \frac{\partial F}{\partial z} \tag{5}$$

existent et sont continues en chaque point situé à l'intérieur du domaine (D) et pour toute valeur non négative de t.

Considérons les fonctions harmoniques $U_1, U_2, U_3 \ldots$ dont l'existence a été établie au chapitre IV et posons:

$$\psi_k(\eta) = \int_{(D)} F(x, y, z, \eta)\, U_k(x, y, z)\, d\tau \tag{6}$$

en désignant, comme nous l'avons fait constamment, par $d\tau$ l'élément de volume relatif au point (x, y, z).

Nous aurons:

$$\left.\begin{aligned} \psi'_k(\eta) &= \frac{d\psi_k}{d\eta} = \int_{(D)} \frac{\partial F}{\partial \eta} U_k\, d\tau \\ \psi''_k(\eta) &= \frac{d^2\psi_k}{d\eta^2} = \int_{(D)} \frac{\partial^2 F}{\partial \eta^2} U_k\, d\tau . \end{aligned}\right\} \quad 7$$

Envisageons maintenant la fonction de Green généralisée $G(x, y, z, x', y', z', \xi)$ relative aux valeurs données de h' et h et, en désignant par a un nombre positif assez grand pour que, pour $\xi = -a$, la fonction G n'offre pas de singularité, posons

$$(8)\quad \begin{cases} F_1(x, y, z, t) = \int\limits_{(D)} F(x', y', z', t)\, G(x, y, z, x', y', z', -a)\, d\tau' \\ F_2(x, y, z, t) = \int\limits_{(D)} F_1(x', y', z', t)\, G(x, y, z, x', y', z', -a)\, d\tau'. \end{cases}$$

Ensuite, considérons la fonction $V(x, y, z, t)$ définie par l'équation (7) du chapitre précédent. Changeons dans l'expression de cette fonction t en λ et désignons par $\Phi(x, y, z, \lambda, \eta)$ ce qu'elle devient en y posant:

$$(9)\quad f(x, y, z) = \frac{\partial^2 F(x, y, z, \eta)}{\partial \eta^2} - 2a \frac{\partial F(x, y, z, \eta)}{\partial \eta} + a^2 F(x, y, z, \eta).$$

Il viendra:

$$(10)\quad \begin{aligned} &\Phi(x, y, z, \lambda, \eta) = \\ &= \sum_{k=1}^{\infty} \{\psi''_k(\eta) - 2a\psi'_k(\eta) + a^2 \psi_k(\eta)\} U_k(x, y, z) e^{-\xi_k \lambda}. \end{aligned}$$

Il résulte des propriétés de la série (7) du chapitre précédent que, si l'on se borne à considérer, comme nous allons le faire, les valeurs réelles de λ, la fonction Φ ne pourra être regardée comme définie par l'équation (10) que pour les valeurs positives et non nulles de λ. Convenons de prendre pour valeur de l'expression $\Phi(x, y, z, o, \eta)$ la valeur (9) de la fonction $f(x, y, z)$. Les théorèmes résumés au dernier § du chapitre précédent nous permettront alors d'affirmer ceci: lorsqu'aucune des variables λ et η ne sort d'un intervalle de la forme $(0, T)$ où T représente un nombre positif quelconque, la valeur absolue de la fonction Φ aura une limite supérieure finie et elle sera continue pour toutes ces valeurs des variables λ et η et pour toutes les positions du point (x, y, z) dans le domaine (D) ou sur sa frontière (S) en exceptant toutefois les systèmes de valeurs où les deux circonstances suivantes se présenteraient à la fois: le paramètre λ est nul et le point (x, y, z) se trouve sur la surface (S); dans ce cas la fonction Φ sans cesser d'être limitée et d'être continue par rapport aux variables x, y, z, η ne serait plus continue en général, par rapport à λ.

Ces remarques faites, posons:

$$Q(x, y, z, \lambda, \eta) = \int_{(D)} \Phi(x', y', z', \lambda, \eta)\, G(x, y, z, x', y', z', -a)\, d\tau', \quad (11)$$

ce qui donne

$$Q(x, y, z, \lambda, \eta) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\psi''_k(\eta) - 2a\psi'_k(\eta) + a^2\psi_k(\eta)}{a + \xi_k} U_k e^{-\xi_k \lambda} \quad (12)$$

et envisageons la fonction $K(x, y, z, t)$ définie par l'équation suivante:

$$K(x, y, z, t) = -F(x, y, z, t) + \frac{\partial F_1(x, y, z, t)}{\partial t} - a F_1(x, y, z, t) \quad (13)$$

$$- \int_0^t Q(x, y, z, t - \eta, \eta)\, d\eta$$

où F_1 représente la fonction définie par la première des équations (8). Je dis que, pour la fonction demandée $W(x, y, z, t)$, on peut adopter l'expression suivante:

$$W(x, y, z, t) = \int_{(D)} K(x', y', z', t)\, G(x, y, z, x', y', z', -a)\, d\tau'. \quad (14)$$

Pour le démontrer, j'observe d'abord ceci: il résulte des remarques faites au sujet de la fonction Φ que la fonction $Q(x, y, z, \lambda, \eta)$ sera une fonction continue des cinq variables dont elle dépend pour toute position du point (x, y, z) à l'intérieur du domaine (D) ou sur sa frontière et pour tout système de valeurs non négatives des paramètres λ et η; en outre pour tout système de valeurs non négatives des paramètres λ et η et pour toute position du point (x, y, z) à l'intérieur du domaine (D), les dérivées

$$\frac{\partial Q}{\partial x}, \quad \frac{\partial Q}{\partial y} \quad \text{et} \quad \frac{\partial Q}{\partial z}$$

existeront et seront continues. Il résulte de ces remarques, de l'équation (13) et de la première des équations (8) que, pour toute valeur non négative de t la fonction $K(x, y, z, t)$ sera, quelle que soit la position du point (x, y, z) dans le domaine (D) ou sur sa frontière (S), une fonction continue des quatre variables dont elle dépend et que les dérivées

$$\frac{\partial K}{\partial x}, \quad \frac{\partial K}{\partial y} \quad \text{et} \quad \frac{\partial K}{\partial z}$$

existeront et seront continues pour toute valeur non négative de t et pour toute position du point (x, y, z) à l'intérieur du domaine (D).

Cela posé, voici ce qui résulte de l'équation (14): la fonction $W(x, y, z, t)$ est continue pour toutes les valeurs non négatives de t et pour toutes les positions du point (x, y, z) dans le domaine (D) ou sur sa frontière (S), à l'intérieur de ce domaine elle vérifie l'équation:

$$\triangle W = a W - K(x, y, z, t) \tag{15}$$

et elle satisfait sur la surface (S) à la condition:

$$h' \frac{dW}{dN} = h W. \tag{16}$$

Assurons-nous maintenant de l'existence et de la continuité de la dérivée

$$\frac{\partial W}{\partial t}$$

Observons à cet effet que les équations (14), (13), (12) et (8) donnent:

$$W(x, y, z, t) = -F_1(x, y, z, t) + \frac{\partial F_2(x, y, z, t)}{\partial t} - a F_2(x, y, z, t) - \int_0^t B(x, y, z, t-\eta, \eta)\, d\eta \tag{17}$$

en posant

$$B(x, y, z, \lambda, \eta) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\psi''_k(\eta) - 2a\psi'_k(\eta) + a^2\psi_k(\eta)}{(\xi_k + a)^2} U_k e^{-\xi_k \lambda}. \tag{18}$$

Or il est aisé de conclure des théorie développées aux chapitres VIII et IX ceci:

1° On a:

$$\frac{\partial B}{\partial \lambda} = -\sum_{k=1}^{\infty} \xi_k \frac{\psi''_k(\eta) - 2a\psi'_k(\eta) + a^2\psi_k(\eta)}{(\xi_k + a)^2} U_k e^{-\xi_k \lambda} \tag{19}$$

la série du second membre étant absolument et uniformément convergente lorsque le point (x, y, z) se déplace d'une façon quelconque dans le domaine (D) et lorsque la paramètre λ prend des valeurs réelles quelconques non négatives.

2° On a:

$$B(x, y, z, 0, t) = \frac{\partial^2 F_2}{\partial t^2} - 2a\frac{\partial F_2}{\partial t} + a^2 F_2 . \tag{20}$$

Par conséquent la dérivée $\frac{\partial W}{\partial t}$ jouit des propriétés voulues et l'on a:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = -\frac{\partial F_1}{\partial t} + \frac{\partial^2 F_2}{\partial t^2} - a\frac{\partial F_2}{\partial t} - B(x, y, z, 0, t)$$

$$- \int^t \frac{\partial}{\partial t} B(x, y, z, t-\eta, \eta)\, d\eta$$

ou, à cause de (20):

$$\frac{\partial W}{\partial t} = -\frac{\partial F_1}{\partial t} + a\frac{\partial F_2}{\partial t} - a^2 F_2 - \int_0^t \frac{\partial}{\partial t} B(x, y, z, t-\eta, \eta)\, d\eta .$$

Cette équation et l'équation (17) donnent:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = a\, W + a\, F_1 - \frac{\partial F_1}{\partial t} - \tag{21}$$

$$- \int_0^t \left\{ \frac{\partial}{\partial t} B(x, y, z, t-\eta, \eta) - a\, B(x, y, z, t-\eta, \eta) \right\} d\eta .$$

Remarquons maintenant que l'on a identiquement:

$$\frac{\partial B(x, y, z, \lambda, \eta)}{\partial \lambda} - a\, B(x, y, z, \lambda, \eta) + Q(x, y, z, \lambda) = 0 ,$$

en vertu des équations (12), (18) et (10). A cause de cette identité, les équations (13) et (21) donnent:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = a\, W - K - F(x, y, z, t)$$

et il résulte de la comparaison de cette équation avec l'équation (15) que la fonction W vérifie l'équation suivante:

$$\triangle W = \frac{\partial W}{\partial t} + F(x, y, z, t)$$

dans tout le domaine (D) et pour toute valeur positive de t. Ce résultat achève de prouver que l'expression (14) de la fonction W jouit bien des propriétés annoncées. Donc la réduction du Problème de Fourier à la forme réduite est effectuée.

XI. Table des matières.

pages

I. Introduction 69
II. Définition de certaines notations. Théorie des potentiels généralisés . 74
III. Théorèmes généraux relatifs à l'équation aux dérivées partielles $\Delta u + \xi u = 0$ 86
IV. Etude de la fonction w 97
V. La fonction de Green généralisée 106
VI. Existence des fonctions harmoniques dans le cas général et application à ces fonctions des théorèmes de M. Stekloff 116
VII. Application des fonctions harmoniques à l'étude de la fonction de Green généralisée 128
VIII. Applications diverses des théories précédentes 133
IX. Solution du Problème de Fourier réduit 140
X. Réduction du Problème de Fourier à sa forme réduite 161
XI. Table des matières 168

---

7. MM. S. NIEMENTOWSKI m. c. et M. SEIFERT. **Nowe dwuchinolyle.** *(Neue Dichinolyle). (Bichinolyles nouveaux).*

Aus 2,2′-Diamino-diphenyl und der homologen Verbindung, dem 4,4′-Bimethyl-2,2′-diaminodiphenyl wurden neue Dichinolyle dargestellt durch Anwendung der Skraup'schen Reaktion in der von Chr. A. Knueppel [1]) vorgeschlagenen Modifikation.

8,8′-Dichinolyl

bildet glänzende Blättchen, auch sechsseitige Tafeln vom Schmelzpunkt 205—207°. Praktisch unlöslich in Wasser, Benzin und Äther löslich in heißem Alkohol, Aceton, Benzol, Tetrachlorkohlenstoff; sehr leicht löslich in Chloroform. Sehr widerstandsfähig gegen Einwirkung chemischer Agentien.

Chlorhydrat $C_{18}H_{12}N_2 . 2HCl$. Mattweiße, konzentrisch verwach-

[1]) Chr. A. Knueppel B. d. chem. Ges. 29. 703. (1896). D. R. P. No. 87,334.

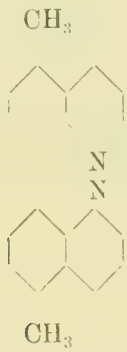
sene Kryställchen. Bromhydrat $C_{18}H_{12}N_2 . 2HBr$ und Jodhydrat $C_{18}H_{12}N_2 . 2HI$ wurden anstatt erwarteter Ammoniumbasen bei der Einwirkung von Jodmethyl resp. Äthylenbromid im Rohr erhalten. Nitrat $C_{18}H_{12}N_2 . 2HNO_2$ mikroskopische Täfelchen.

Sulphat $C_{18}H_{12}N_2 . H_2SO_4 + 1aq$; weiße Kryställchen.

Chloraurat $C_{18}H_{12}N_2 . 2HAuCl_4$, goldgelbe Nadeln.

Platinsalz $C_{18}H_{12}N_2 . H_2PtCl_6$, braungelber Niederschlag.

5,5′-Dimethyl-8,8′-dichinolyl



gelbliche, baumartig verwachsene Nadeln und Blättchen vom Schmelzpunkt 215°. In organischen Solventien leicht löslich, in Wasser und Äther unlöslich.

Chlorhydrat $C_{20}H_{16}N_2 . 2HCl$, mikroskopische weiße Nadeln.

Nitrat $C_{20}H_{16}N_2 . 2HNO_3$, gelbe Spissen.

Lwów, Januar 1905. Laboratorium für allgem. Chemie der Technischen Hochschule.

---

8. MM. L. BYKOWSKI et J. NUSBAUM m. c. **Dalsze przyczynki do morfologii ryby pasożytniczej kostnoszkieletowej Fierasfer Cuv.** *(Weitere Beiträge zur Morphologie des parasitischen Knochenfisches Fierasfer Cuv.).* (*Contributions à la morphologie du téléostéen parasite Fierasfer Cuv. — Suite*).

II. Zur Kenntnis der Körperdecke und der Hautsinnesorgane.

Über den histologischen Bau der Körperdecke finden wir in der Monographie Emery's äußerst wenig. Er beschreibt die Epidermis als mehrschichtig und aus gewöhnlichen Epithelzellen und großen Schleimzellen bestehend (vergl. Fig. 59. in der erwähnten Monographie), die Cutis als eine bindegewebige Schicht. Es ist inter-

essant, daß die Haut sehr durchsichtig ist (bei jungen Exemplaren ist überhaupt der ganze Körper in gewissem Grade durchsichtig). In der tiefen Schicht der Cutis befinden sich Gruppen von Pigmentzellen, deren Verteilung und Farbe von Emery genau beschrieben worden sind.

Bei einer jugendlichen Form von *Fierasfer dentatus* besteht das Hautepithel (Fig. 1.) aus folgenden Elementen: in der Tiefe tritt

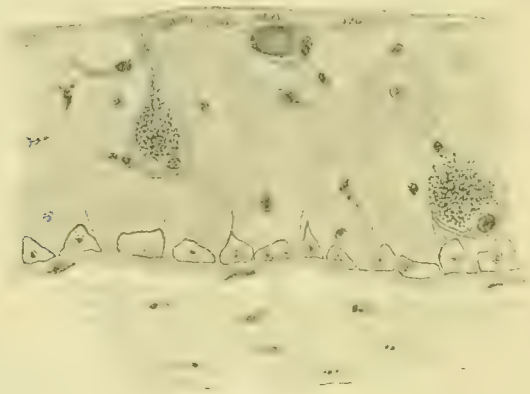


Fig. 1.

eine Schicht Zellen hervor, die sehr scharf konturiert, kubisch, pyramidenförmig, oder von ganz unregelmäßiger Form sind, weit von einander abstehen, rundliche oder ovale Kerne und feinkörniges, helles Plasma enthalten; diese Zellen sitzen mit etwas verbreiteter Basis der membrana basilaris direkt an. Nach außen von dieser Zellenschicht finden wir 2—4 Schichten großer, polygonaler Zellen mit verhältnismäßig kleinen, rundlichen, oder ovalen Kernen und mit ganz homogenem und sehr hellem Plasma, welches die Durchsichtigkeit der Epidermis bedingt. Der Kern ist von einer dünnen Schicht eines mehr körnigen Plasmas umgeben, welches Fortsätze in das umgebende homogene Plasma entsendet. Zwischen diesen Zellen liegen äußerst kleine, spindelförmige oder schwach verästelte Zellen, arm an körnigem Plasma und mit länglichem Kerne versehen. Diese Zellen tingieren sich intensiver als die umgebenden Epithelzellen, liegen in engen Spalten zwischen diesen letzteren und erinnern durch ihren ganzen Habitus noch an Bindegewebselemente, die wahrscheinlich zwischen diese Zellen eingedrungen sind.

Ob sie vielleicht in situ aus Epithelzellen selbst in jüngeren Stadien hervorgegangen sind, wie es z. B. T. Kodis für die Wanderzellen im Epithel des Froschlarvenschwanzes (Arch. Anat. Phys. phys. Abt. 1889.) angenommen hat, oder ob sie nur stark modifizierte, gepreßte Epithelzellen selbst darstellen, können wir nicht entscheiden. Ganz oberflächlich liegt eine Schicht abgeplatteter Epithelzellen mit feinkörnigem Plasma und verlängerten Kernen, von einer feinen, dünnen, homogenen Cuticula überzogen. Man kann folgende Typen von Drüsenzellen in diesem Epithel unterscheiden: 1) tief liegende, geschlossene, mehr oder weniger ovale, sackförmige Drüsenzellen, deren Sekret fein granuliert erscheint, wobei die Granula sich bei Haematoxylin-Eosin-Färbung sehr stark rot, bei der Biondi-Heidenhain'schen Dreifärbetinktion dunkel-rot, bei Mucinkarmin-Färbung intensiv rot, bei der Eisenhaematoxylinfärbung tief schwarz tingieren; 2) Zellen von demselben sekretorischen Charakter, aber von kolbenförmiger Gestalt, die sich mit einem langen Halse nach außen öffnen; in den Zellen beider Arten liegt der Kern an der Basis; 3) rundliche, nahe der Oberfläche liegende Zellen, mit einem ganz hellen, mehr oder weniger homogenen Sekretinhalte, welcher durch eine ansehnliche Öffnung nach außen ausfließt, und sich bei der Eosin-Haematoxylinfärbung und bei der Anwendung der Biondi-Heidenhain'schen Dreifärbemischung bläulich, bei der Färbung mit Mucin-Karmin rot tingiert; 4) rundliche oder ovale, geschlossene Zellen, die ganz oberflächlich liegen und einen zähen, homogenen Inhalt besitzen, der sich sehr intensiv rot mit Eosin-Haematoxylin und rötlich bei Mucinkarminfärbung tingiert.

Was die großen, hellen, homogenen Epithelzellen anbelangt, so halte ich dieselben für Schleimzellen in untätigem Zustande. Wenn es wirklich Schleimzellen wären, so könnte man sagen, daß die Epidermis des jugendlichen Fierasfers aus zwei Schichten gewöhnlicher Epithelzellen besteht, einer basalen und oberflächlichen und aus dazwischen liegenden 2—4 Schichten Drüsenzellen. Übergangsstadien von den erwähnten, großen, hellen, polygonalen Zellen zu den tätigen Schleimzellen habe ich jedoch nicht gesehen.

An der Bauchseite des Rumpfes, in der Mittellinie, von der hinteren Grenze des Kopfes bis zum Anfange der Analflosse verläuft bei der jugendlichen Form von *Fierasfer dentatus* eine starke Hautfalte, in welcher die Epidermis einen eigentümlichen Bau aufweist; sie besteht nämlich aus einer basalen Schicht von hohen,

etwa kolbenförmigen, oben verbreiteten, und kernhaltigen, unten sehr verengten und der membrana basilaris aufsitzenden Zellen, wobei hier diese Membran an Querschnitten sehr gefaltet erscheint. Die hellen, homogenen, großen Zellen bilden hier größtenteils nur eine einzige Lage, sind sehr hoch und zylinderförmig. Die oberflächliche, aus abgeplatteten Zellen bestehende Epithelschicht zeigt hier die gleichen Verhältnisse, wie an anderen Körperstellen; tätige Drüsenzellen habe ich in dieser Falte niemals gesehen.

Die Lederhaut besteht bei der jugendlichen Form von *F. dentatus* aus einer ganz homogenen Basilarmembran, die direkt unter der Epidermis liegt und mit dicht von unten ihr anliegenden, länglichen Kernen versehen ist. Unter dieser Membran finden wir eine Schicht von lockerem, fibrillären Bindegewebe, welches viele, stark verlängerte, spindelförmige Zellen enthält; die Bindegewebsfasern verlaufen größtenteils in zirkulärer (querer) Richtung, parallel zur Körperoberfläche; hie und da findet man auch kleine Bündel von vertikal verlaufenden Fasern.

Bei ganz ausgewachsenen Exemplaren von Fierasfer, und zwar *F. acus*, verändern sich die Verhältnisse im Bau der Hautdecke folgendermaßen. Die Epidermis besteht aus mehreren (4—6) Schichten polygonaler Zellen, wobei eine basale und eine peripherische Schicht nicht mehr zur distinkten Differenzierung gelangen; hie und da tritt eine oberflächliche Schicht etwas abgeplatteter Zellen deutlicher hervor. Die großen, hellen, homogenen Zellen bilden nicht mehrere Schichten, sondern liegen nur in einer, stellenweise in zwei Schichten. Auch hier sind die interstitiellen, kleinen, spindelförmigen Zellen zwischen den Epithelzellen, besonders aber zwischen den großen Schleimzellen entwickelt, indem sie gewissermaßen ein Stützgerüst des Epithels bilden.

Unter den Drüsenzellen finden wir dieselben Formen, welche auch bei jugendlichen Exemplaren hervortreten. Bei ausgewachsenen Individuen ist die membrana basilaris nicht entwickelt, die bindegewebige Schicht der Lederhaut ist viel stärker und grobfaseriger geworden und enthält auch elastische Elemente, welche hauptsächlich in dem hellen Bindegewebe, das die Seitenkanäle beiderseits umgibt, entwickelt sind. Längs des Seitenkanals dringt bei einem ausgewachsenen *F. acus* (an Querschnitten) die Cutis tief keilförmig zwischen die Muskeln hinein, und enthält eine Art Schuppe, die in der Mitte stark vertieft ist und aus einer hyali-

nen, strukturlosen Substanz besteht, der spärliche, plasmaarme Zellen dicht anliegen; sie bildet eine Stütze für das Sinnesorgan. Ein Teil des Cutisgewebes ist zu beiden Seiten des Seitenkanals besonders modifiziert und stellt am Querschnitte zwei keilförmige, helle Streifen dar, die lateralwärts vom gewöhnlichen Bindegewebe, von innen durch die erwähnte Schuppe begrenzt sind. In den Intervallen zwischen den Sinnesorganen sind keine Schuppen vorhanden, die beiden hellen Streifen verlaufen aber ununterbrochen längs der ganzen Seitenlinie. Die erwähnten Streifen, welche Emery richtig abgebildet, aber deren Bau nicht näher beschrieben hat, bestehen aus sehr zartem, hellem Bindegewebe, welches eine ganz durchsichtige Interzellularsubstanz, sehr spärliche, collagene Fasern enthält und mit vielen Zellen versehen ist, welche spindelförmig sind und sich beiderseits in äußerst lange, quer durch den ganzen Streifen verlaufende Fasern verlängern. Emery hat sie richtig abgebildet. Außer diesen Elementen enthalten noch die Streifen viele, zarte, elastische Fasern, die größtenteils parallel zur Körperoberfläche quer durch den Streifen zwischen den genannten Zellen verlaufen und sich ein wenig verästeln; eine kleine Anzahl von elastischen Fasern verläuft auch in der Cutis außerhalb der Seitenlinie, die aber um so schwächer hervortreten, je mehr sie sich von dieser entfernen. Diese elastischen Elemente färben sich sehr intensiv mit der Weigert'schen Fuchsin-Resocin-Methode.

Was den Verlauf des Seitenlinienkanals und der akzessorischen Schleimkanäle beim Fierasfer anbetrifft, so kann ich die Beobachtungen Emery's vollkommen bestätigen; was aber die Anordnung der Sinnesorgane (Sinneshügel) derselben anbelangt, so kann sich in mancher Hinsicht die Beschreibung meines Vorgängers vervollständigen. Und zwar ist bei einem jugendlichen *F. acus* von 7—8 cm Länge (Fig. 2.) die Verteilung dieser Sinnesorgane folgend. Die letzteren sind hier sehr regulär segmental angeordnet. Wenn wir namentlich ein Stück Haut von der seitlichen Wand des kolossalen Schwanzabschnittes des Körpers abtragen und so die Muskelsegmente abtrennen, daß die Grenzen zwischen denselben übrig bleiben, und wenn wir dann die Haut mit Eisenhaematoxylin sich färben lassen, so treten uns die Sinnesorgane als stark tingierte Gebilde auf der Haut sehr deutlich hervor. Wir finden eine Reihe von streng segmental angeordneten Sinnesorganen der Seitenlinie selbst, dann eine Reihe oberhalb und eine unterhalb derselben ebenfalls streng segmental, je eine Reihe

nahe am dorsalen und ventralen Rande des Körpers, gleichfalls in segmentaler Anordnung, endlich eine akzessorische Reihe kleiner Sinnesorgane unterhalb der dorsalen und oberhalb der ventralen Reihe und zwar regulär segmental und intersegmental angeordnet. Außerdem findet man hie und da kleine Sinnesorgane zwischen beiden zuletzt erwähnten, akzessorischen Reihen und der Seitenlinie, welche jedoch nicht streng segmental angeordnet sind und nicht regulär hervortreten; in manchen Segmenten fehlen sie voll-

Fig. 2

ständig. Nun kann man schon bei Exemplaren von diesem Alter bemerken, daß die der Seitenlinie naheliegenden Sinnesorgane sich in der Längsrichtung teilen. Bei stärkeren Vergrößerungen findet man nämlich, daß die Elemente eines jeden dieser Sinnesorgane sich so verteilen, daß eine Hälfte in der Richtung nach dem Vorderende des Körpers, die andere gegen das Hinterende desselben sich gruppiert, und endlich zerfällt das Sinnesorgan in zwei kleinere Organe, die noch eine gewisse Zeit miteinander zusammenhängen, endlich aber sich voneinander trennen, indem sich jedes in einen zarten Streifen verlängert, d. h. in ein zartes, epitheliales Kanälchen übergeht. Diese Kanälchen wurden schon von Emery beschrieben. Infolge der erwähnten Teilungen bilden sich also oberhalb und unterhalb der Hauptreihe der Sinnesorgane, d. h. derjenigen der Seitenlinie zwei Reihen von Sinnesorganen und zwar zu je 4 zwischen je zwei benachbarten Sinnesorganen der Seitenlinie, oberhalb und unterhalb dieser letzteren. Die dorsalen bilden eine ununterbrochene, d. h. ver-

mittelst der erwähnten Kanälchen verbundene Reihe, die ventralen dagegen hängen nicht zusammen. Die in der Nähe des dorsalen Körperrandes liegende larvale Reihe der Sinnesorgane verschwindet dann ohne Spur, die nahe am ventralen Rande verlaufende bleibt dagegen sichtbar; von den akzessorischen Reihen verschwinden die intersegmentalen, und es bleiben nur die segmentalen bestehen, indem sie sich verschieben, sich der Seitenlinie nähern und ihre Richtung ändern, wobei zu bemerken ist, daß die gegenseitige Lage und die Richtung der mit diesen Sinnesorganen verbundenen Kanälchen gewissen individuellen Variationen unterliegen. Die Öffnungen des Seitenlinienkanals sind bei *F. acus* streng segmental angeordnet und zwar in der Nähe der Sinnesorgane, längs des ventralen Randes des Kanals; wo die Öffnungen sich befinden, ist der Kanal etwas breiter, als an anderen Stellen.

Die Anordnung der Sinnesorgane bei dem ausgewachsenen *F. dentatus* konnte ich infolge fehlenden Materials nicht beobachten. Bei der jugendlichen, mit einem Schwanzfaden versehenen Form (220 mm. Länge) erwies sich die Anordnung der Sinnesorgane ganz anders, als bei der jugendlichen Form des *F. acus*, und zwar ist hier die Anzahl der Sinnesorgane eine viel spärlichere. Es existiert hier in dem kolossalen Schwanzabschnitte des Körpers die Hauptreihe der Sinnesorgane, die in der Seitenlinie liegen, namentlich je zwei (wahrscheinlich infolge einer Längsteilung je eines einzigen, primitiven) in jedem Segmente und außerdem nur ventralwärts von der Seitenlinie streng segmental angeordneten zwei Reihen: eine obere mit den in dorsoventraler Richtung angeordneten Epithelkanälchen und eine untere mit den horizontal verlaufenden Epithelkanälchen. Dazu kommt noch eine, sehr nahe dem ventralen Körperrande verlaufende Längsreihe von Sinnesorganen, die segmental und intersegmental liegen.

Ich habe näher den Bau der Hauptsinnesorgane, d. h. derjenigen, die in dem Seitenlinienkanale liegen, untersucht, ich kann aber Emery's Beobachtung bestätigen, daß die akzessorischen Sinnesorgane im allgemeinen einen ähnlichen Bau aufweisen und nur aus einer kleineren Anzahl von Zellelementen bestehen.

Emery unterscheidet in dem Sinnesorgane folgende Elemente: die „sensitiven Elemente", kleine Zellen, deren jede sich distal in ein „filamento rigido, o pelo di senso" verlängert; zwischen diesen Elementen befinden sich „Stützzellen" (cellule di sostegno); diese

beiden Zellenarten bilden den Zentralteil des Organes; peripher von diesen Zellen finden sich die zahlreichen „cellule parietali". Nervenendigungen beschreibt Emery nicht. Leydig (Neue Beitr. z. Anat. d. Hautdecke u. Hautsinnesorgane der Fische, 1879.) hat bekanntlich bei verschiedenen anderen Fischen die Beschaffenheit der Endigungsweise der Nervenfasern in den betreffenden Organen beschrieben, wobei es ihm am wahrscheinlichsten schien, daß „im Endnetze der Nervenfaserchen die birnförmigen Zellen (welche von Fr. E. Schulze beschrieben worden sind) mit einem feinen Ausläufer wurzeln". Diese birnförmigen Zellen entsprechen den „sensitiven Elementen" Emery's. Bunker (Struct. of the Sensory Organ of the lat. Line of Ameiurus nebulosus. Anat. Anz. Bd. 13.) unterscheidet in den Sinnesorganen der Seitenlinie von Ameiurus: Stützzellen, die ihre Ausläufer zwischen die Sinneszellen entsenden, birnförmige Sinneszellen, mit einem Stäbchen am freien Ende, das in das Kanalallumen hineinragt; die Nervenfasern bilden einen Korb an der Basis der Sinneszellen, und von da dringen Fibrillen zwischen die Zellen des Organes. T. T. Cunningham (A treatise on the common Sole et cet. Plymouth, 1890.) beschreibt in den Sinnesorganen der Seitenlinie bei Solea vulgaris nur eine Zellensorte, deren Kerne in drei verschiedenen Höhen angeordnet sind und er meint, daß alle diese Zellen mit den Nervenfasern zusammenhängen. Es gibt also in dieser Hinsicht noch wichtige streitige Punkte. Nach meinen Untersuchungen sind die betreffenden Sinnesorgane bei *F. acus* folgendermaßen gebaut. In der zentralen vertieften Stelle des Organes gibt es drei Zellenarten: Stützzellen, bipolare, birnförmige Zellen und Basalzellen. 1) Die ersten stellen sehr hohe, zylindrische Elemente dar, die gewöhnlich mit etwas verbreiteter Basis der Basalmembran des Organs aufsitzen. Die in der Mitte stehenden Zellen sind gerade gestreckt, die mehr peripherischen knieförmig gebogen, wie es Fig. 3. zeigt. Die Kerne sind oval oder etwa stäbchenförmig und liegen zwar in verschiedener Höhe, aber ziemlich der Mitte nahe. In den knieförmig gebogenen Zellen liegen sie gewöhnlich an der Umbiegungsstelle; sie sind chromatinreich und manche färben sich mit Eisenhaematoxylin besonders intensiv. Distalwärts verdünnt sich der Zellkörper, so daß er in manchen Zellen stäbchenförmig erscheint. Mit Eisenhaematoxylin färbt sich sehr stark das distale, freie Ende der stäbchenartigen Abteilung der Zelle, so daß es in Gestalt eines

kurzen, zylindrischen Anhanges erscheint mit einem zarten, nach außen gerichteten, parallel zur freien Oberfläche des Organes verlaufenden Häutchen versehen, so daß die Zellenden bei starken Vergrößerungen wie kleine, in verkehrter Richtung stehende Zylinderhüte erscheinen; in der Mitte des Anhanges bleibt ein heller Streifen übrig, vielleicht als Ausdruck eines zarten Kanälchens, das den Anhang durchsetzt. 2) Zwischen diesen Zellen finden sich bipolare, birnförmige Zellen, die distalwärts in einen zarten nervenfaserähnlichen Fortsatz übergehen, welcher etwas geschlängelt verläuft und zwischen den erwähnten hutähnlichen Anhängen der Stützzellen endet; zentral geht die Zelle in einen kurzen, gewöhnlich etwas dickeren Fortsatz über, der oft bis zur Basalmembran reicht, niemals aber dieselbe durchbricht. Diese Zellen besitzen große, rundlich-ovale Kerne mit je einem Kernkörperchen und haben einen ganz anderen Habitus, als diejenigen der Stützzellen. Sie sind sehr plasmaarm; die Kerne sind nur von einer äußerst dünnen Schicht Plasma umgeben, welches am distalen Pol etwas mehr angehäuft ist. Sie liegen in verschiedenen Höhen, manche sehr nahe der Basalmembran, andere in der Mitte der Höhe, weshalb die distalen, nervenfaserähnlichen Fortsätze verschiedene Länge erreichen. 3) Ganz tief zwischen den Basalteilen der Stützzellen liegen niedrigere, helle Zellen von unregelmäßig-zylindrischer oder keilförmiger Gestalt mit großem, rundem Kerne, einem Kernkörperchen und mit Chromatinkörnchen, die größtenteils nahe der Peripherie angeordnet sind. Es sind sehr wahrscheinlich nur etwas modifizierte Stützzellen.

Peripher von allen diesen Zellen, die die zentrale Vertiefung des Organes einnehmen, sind sehr zahlreiche „parietale“ (Emery) Zellen vorhanden, von zylindrischer Gestalt mit ovalen Kernen in verschiedener Höhe; in vielen dieser Zellen ist am distalen Ende eine hellere Stelle, etwa eine seichte mit einer hellen, cuticulären Substanz ausgefüllte Einsenkung bemerkbar.

Im engen Zusammenhange mit der zentralen Vertiefung des Sinnesorganes ist die „Cupula terminalis“ entwickelt. Ich habe niemals ein so stark entwickeltes kuppelförmiges Gebilde gesehen, wie es z. B. Emery in seiner Fig. 54. abgebildet hat. An meinen Präparaten stellte sich die Cupula in Gestalt einer aus sehr schwach sich färbender Substanz bestehenden Verdickung dar, die aus einer Anzahl feiner, paralleler, zusammengeklebter Lamellen aufgebaut, von ebenfalls feinen, fadenförmigen Gebilden in vertikaler Rich-

tung durchdrungen ist. Die Anzahl dieser Gebilde entspricht derjenigen der Stützzellen, die mit hutförmigen Anhängen versehen sind, so daß ohne Zweifel diese Fäden als cuticuläre Bildungen dieser Zellen entstehen, wobei es mir sehr wahrscheinlich erscheint, daß die erwähnten, kanalförmigen, hellen Streifen in diesen Anhängen eben mit der Ausscheidung dieser Fäden im Zusammenhange stehen. Die zusammengeklebten Lamellen sind ebenfalls cuticuläre Produkte der Stützzellen und vielleicht auch eines Teiles der naheliegendeu Parietalzellen, womit das Vorhandensein der erwähnten seichten Einsenkungen an distalen Enden dieser Zellen verknüpft sein mag. Emery beschreibt diese Cupula als „una serie di lamelle molli sovrapposte l'una all'altra, transversate dei pali, in modo che le estremita di questi non sporgano libere, ma si fermino alla superficie del ultima lamella". Ich habe in vielen Fällen dasselbe beobachtet, in manchen Fällen aber traten diese fadenförmigen „pali" ganz frei hervor (wie es die Fig. 3. zeigt). Ich stimme vollkommen Leydig bei (Integument und Hautsinnesorgane der Knochenfische. Zool. Jahrb. v. Spengel 8. B., 1895.), daß die Cupulae terminales in den „Schleimkanälen" denjenigen cuticulären, hyalinen Röhren zu vergleichen sind, welche Fr. E. Schulze an den frei stehenden Hautsinnesorganen beschrieben hat, womit auch Solger (Seitenorgane der Fische, 1878. und Neue Unters. zur Anat. der Seitenorgane. Arch. f. Anat. 1880.) übereinstimmt. Emery betrachtet die Cupula als ein cuticuläres Produkt der Stützzellen und der Parietalzellen. F. E. Schulze ist der Ansicht, daß die Cupula von den die sensiblen Elemente umgebenden Zellen ausgeschieden wird. Für ganz unbegründet halte ich die Ansicht Cunningham's (l. c.), nach welcher die Cupula kein cuticuläres Produkt der Zellen des Sinnesorganes, sondern ein Produkt des Schleimes des Kanals selbst darstellen soll.

Es soll endlich die schwierige Frage der Nervenendigungen in dem Sinnesorgane erörtert werden.

Außer den beschriebenen Zellelementen im vertieften Teile des Sinnesorganes habe ich feine Nervenfibrillen gesehen (Fig. 3.), die ganz frei zwischen den Stütz- und birnförmigen Zellen endigen, wobei keine Verbindung mit irgendwelchen Zellen des Organes zu finden ist. Ich halte deshalb die „Sinneszellen", oder die birnförmigen Zellen, obwohl ihr äußerer Fortsatz fein und nervenähnlich ist, nicht für nervöse Elemente, sondern gleichfalls für eine

Art von Stützzellen, da ich niemals den Übergang des basalen Fortsatzes in eine die Basalmembran durchbrechende Nervenfaser gesehen habe. Als Nervenelemente (Sinneszellen) hat dieselben Fr. E. Schulze (1870) angesehen, indem er den Zusammenhang der Nervenfasern mit den „haartragenden Zellen“ nachgewiesen zu haben glaubte. Auf dem Anatomenkongresse in Wien 1892. teilte

Fig. 2.

Zimmermann in der Diskussion mit (Ergänz. H. d. Anat. Anz. 1892). daß er gerade in den Seitenorganen des *F. acus* keinen Zusammenhang der „Sinneszellen“ mit den Nervenfasern entdecken konnte, und Retzius (Biolog. Unters. N. Folge. 1892) hat freie Nervenendigungen in den Nervenhügeln mancher Fische beobachtet und die Abwesenheit eines Zusammenhanges der „Sinneszellen“ mit den Nervenfasern nachgewiesen. Unsere Beobachtungen stimmen also in dieser Hinsicht vollkommen mit denjenigen von Zimmermann und Retzius überein.

III. Die larvalen Anhänge und deren Involution.

Ich beginne mit der Larve von *F. dentatus*, welche bekanntlich sehr selten ist. Ich war im Besitze von zwei Exemplaren aus der Sammlung von Prof. Grassi (in Formalin) und eines mir von Dr. Leo Bianco in Neapel überlassenen Exemplares, welches ich in

Sublimat mit Spuren von Essigsäure konserviert und in eine große Schnittserie zerlegt habe; alle drei Exemplare waren ungefähr von demselben Alter und mit einem Schwanzfaden versehen. Emery besaß 2 Exemplare dieser Larve, und wie es scheint, von nicht sehr differentem Alter, als die meinigen. Ich gebe zuerst die Längeverhältnisse des in Schnitte zerlegten Exemplares an: die ganze Körperlänge von der Mundöffnung bis zum Ende des Schwanzanhanges betrug 220 mm., die Länge des Rumpfes 9 mm.,

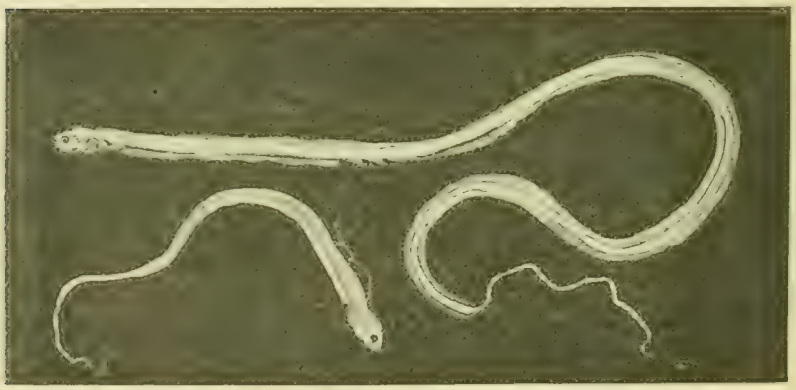


Fig. 4

des Kopfes bis zum Ende des Operculums 5,5 mm., des Schwanzanhanges 36,5 mm. Die Höhe des Körpers am Niveau der Brustflossenbasis betrug 3,7 mm. Die Emery'schen Exemplare waren 145 mm. und 203 mm. lang. Bei allen drei Exemplaren war die Dorsalflosse weniger entwickelt, als die Analflosse, welche direkt hinter dem Anus beginnt; beide Flossen verdünnen sich gegen das Caudalende des Körpers und gehen in einen sehr schmalen Saum über. Bei meinen Exemplaren ging der Schwanz hinterwärts in einen dünnen Anhang über und zwar, wie es Fig. 4. (rechts) zeigt, verdünnt sich der Schwanz ohne Übergänge momentan in ein fadenförmiges Gebilde, in welchem wieder zwei Abschnitte zu unterscheiden sind, ein größerer, vorderer, viel dickerer, und ein hinterer, der etwa $^1/_4$ der ganzen Länge des fadenförmigen Gebildes ausmacht und äußerst zart ist. Wir haben in diesen zwei Abschnitten zwei Etappen der Schwanzinvolution, wie es unten gezeigt werden soll.

Es ist nun merkwürdig, daß nach der Beschreibung Emery's ein solches Caudalfilament bei der Larve nicht vorhanden ist, während er auf der Taf. I, Fig. 4. ein solches, äußerst feines, obgleich undeutlich dargestelltes Filament abgebildet hat. Emery sagt über die von ihm untersuchten jugendlichen Formen von *F. dentatus:* „la coda non terminava con un filamento", wie es im Gegenteil bei dem Vexillifer stattfindet. Nach Emery war augenscheinlich der Schwanz „abgebrochen", d. i. „er hat eine gewisse Anzahl von Terminalsegmenten verloren". Eine solche „troncatura" hält Emery für eine normale Erscheinung in der Entwickelungsgeschichte dieses Fisches. Er ist der Ansicht, daß bei der Larve wahrscheinlich ein Teil des Schwanzes, welcher die Wirbelsäule, die Muskeln und die Vertikalflosse enthält, verloren geht und dann aus dieser letzteren eine einfache, falsche Caudalflosse entsteht. Emery ist der Ansicht, daß wahrscheinlich nicht nur beim *F. dentatus* ein Teil des Schwanzes verloren geht, denn Blecker beschrieb eine neue Art *Fierasfer lumbricoides*, welche sehr der Larve von *F. dentatus* ähnlich ist und über welche er sich äußert: „es fehlt ein Teil des Schwanzes, was also als normal bei dieser Species angesehen werden darf". Ich bin jedoch der Ansicht, daß niemals eine solche „troncatura" des Schwanzes normal zustande kommt; es wird hier nichts abgebrochen und abgeworfen, sondern es erfolgt eine Resorption eines Schwanzabschnittes unter besonderer Mitwirkung von Blutgefäßen und Leukocyten, und ich kann es mit desto größerer Bestimmtheit behaupten, als ich ähnliche Verhältnisse auch bei *F. acus* beobachtet habe und zwar an einem viel umfangreicheren Material. Bei den Exemplaren aber mit angeblich „abgebrochenem" Schwanze war wahrscheinlich der letztere wirklich abgebrochen, jedoch nur zufälligerweise, vielleicht infolge einer Verletzung beim Fange des Tieres, denn das Filament ist äußerst zart und leicht verletzbar.

Um die Involution eines Teiles des Schwanzes kennen zu lernen, werfen wir zuerst einen Blick auf manche anatomische Verhältnisse in dem hintersten Rumpfabschnitte der betreffenden Larve von *F. dentatus* hinter der Analöffnung.

Es ist zuerst sehr interessant, daß die Leibeshöhle von einer besonderen, zähen, mit Eosin sich stark rot tingierenden, homogenen, lymphoiden Masse angefüllt ist, welche zahlreiche, kleine Leukocyten und ebenso kleine, spindelförmige Zellen enthält. Im

vorderen und mittleren Abschnitte des Rumpfes befindet sich dieses Gewebe in der Umgebung der Kopfnieren und der von denselben nach hinten sich ziehenden Wolff'schen Kanäle; dieses Gewebe ist hier reich an lymphoiden Elementen und dringt dorsalwärts zwischen die Chorda und die lateralen Muskelmassen hinein, füllt den Wirbelkanal und den dorsalen, intermuskularen Lymphraum aus. Nach unten geht dieses Gewebe in den perivesicalen, d. h. zwischen der äußeren Wand der Schwimmblase und den lateralen Muskelsegmenten sich befindenden Lymphraum über und ist von dem diaphragmaartig, horizontal verlaufenden Peritonealblatte abgegrenzt, so daß es nicht in den den Darm, die Leber und die Geschlechtsorgane enthaltenden Leibeshöhlenabschnitt übergeht.

Im hintersten Rumpfabschnitte füllt dieses Gewebe vollkommen die ganze Leibeshöhle aus. Es befindet sich zwischen den Muskelsegmenten und den in der Leibeshöhle liegenden inneren Organen, zwischen dem Rückenmarke und der Wand des Wirbelkanals, wie auch in den Lymphräumen an der Basis der Dorsal- und Analflosse (vergl. Fig. 5.). Es ist nun sehr interessant, daß in diesem hintersten Abschnitte des Rumpfes ein nicht unwesentlicher Teil der Schwimmblase zugrunde geht. Im hinteren Rumpfabschnitte befindet sich bekanntlich im Zusammenhange mit den Wolff'schen Kanälen die aus vielen tubulis bestehende und viele Malpighi'sche Körperchen enthaltende Hinterniere (Emery), wobei weiter nach hinten die beiden Wolff'schen Kanäle sich in einen ansehnlichen, breiten dünnwandigen Kanal vereinigen, der das blinde Ende der Schwimmblase von hinten umgibt, nach der Ventralseite derselben sich umbiegt und in den weit nach vorne sich ziehenden Urether übergeht, der in eine große dünnwandige Harnblase mündet. (Emery nimmt an, daß beim ausgewachsenen *F. dentatus* keine Harnblase existiert; bei der Larve ist sie sicher vorhanden). Es unterliegt nun ein ansehnlicher Abschnitt der Schwimmblase, welcher von der Hinterniere und dem Anfangsteile des Urethers umgeben ist, einer vollständigen Involution.

Die Schwimmblasenwand besteht bei der Larve aus drei Schichten: 1) einer äußeren bindegewebigen, in welcher noch keine Differenzierung in die sekundären Lagen stattgefunden hat, 2) einer mittleren, hellen, sehr lockeren gefäßführenden Bindegewebsschicht und 3) einer inneren Schicht des stark abgeplatteten Epithels. Es unterliegen nun alle diese Schichten der Blasenwand (in dem er-

wähnten hinteren Abschnitte) einer starken Lockerung, so daß die Grenzen zwischen denselben unkenntlich werden, wobei zahlreiche Zellen ganz frei werden. An Querschnitten (Fig. 5.) sieht man hier ganze Gruppen von Zellen, welche teilweise noch im Zusammenhange mit der Schwimmblasenwand (v. n.) sind, teilweise frei werden und in das lymphoide Gewebe der Leibeshöhle aus-

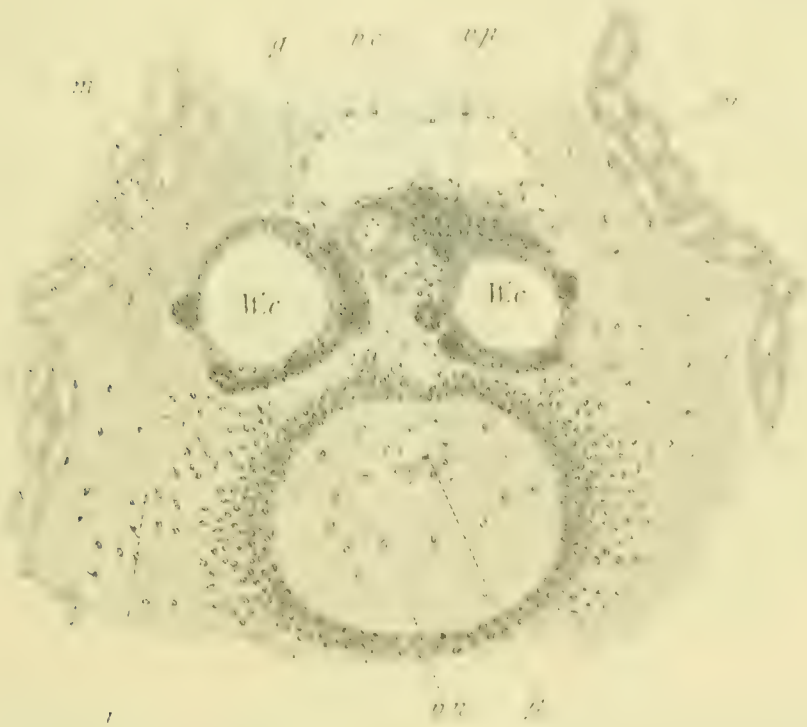


Fig. 5.

wandern, indem sie die Zahl der zelligen Bindegewebselemente und der Leukocyten dieses Gewebes bedeutend bereichern. Indem die Wand eines Teiles der Schwimmblase der erwähnten Lockerung und Involution unterliegt und zwar in der Richtung von hinten nach vorn, dringen auch Gefäße samt einem Teile des lymphoiden Gewebes durch die stellenweise hier schon ganz gelockerte Wand der Schwimmblase in das Lumen derselben hinein, so daß, wenn später die ganze Wand in dieser Gegend zugrunde

geht, an der Stelle des hintersten Schwimmblasenabschnittes nur das lymphoide Gewebe mit zahlreichen Leukocyten und Bindegewebszellen und mit Gefäßverästelungen übrig bleibt. Das Eindringen der Gefäße und des erwähnten Gewebes ist in Fig. 5. und 6. zu sehen.

Fig. 6. zeigt einen Querschnitt durch den Rumpf der Larve von *F. dentatus* am Niveau der hinteren, zugrunde gehenden Abteilung der Schwimmblase; man sieht hier, daß die ganze Leibes-

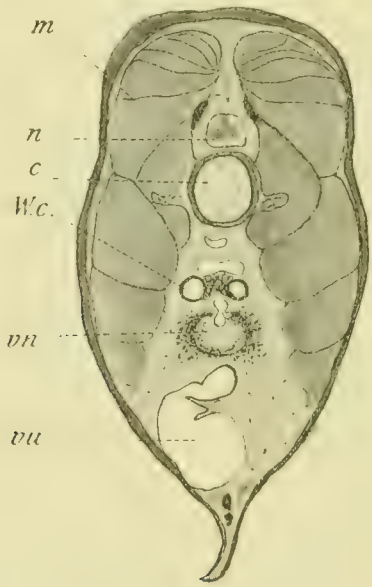


Fig. 6.

höhle von dem erwähnten, lymphoiden Gewebe ausgefüllt ist. Weiter nach hinten sieht man an Querschnitten, daß die Muskeln zwei Paare von symmetrisch gelegenen Massen bilden: eine obere und eine untere, und die Leibeshöhle, mit lymphoidem Gewebe ausgefüllt, im Querschnitte eine etwa rhombische Gestalt zeigt. Die Chorda bildet einen kontinuierlichen Strang, der am Querschnitte etwas vierkantig erscheint und segmentale Einschnürungen zeigt, wie es die Längsschnitte beweisen; sie ist von einer Chordascheide und von einer dünnen, homogenen, skelettogenen Schicht umgeben, der die oberen Bogen entspringen. Weiter nach hinten lassen sich folgende Veränderungen in dem Schwanze beobachten. Die saum-

förmigen Verlängerungen der dorsalen und der ventralen Flosse verschwinden, der Schwanz wird deshalb viel niedriger, aber auch dünner, so daß er zuerst als ein dicker, fadenförmiger Anhang erscheint und weiter nach hinten in einen äußerst feinen Endfaden übergeht, wie es aus Fig. 4. links zu ersehen ist. In dem dickeren, fadenförmigen Schwanzabschnitte werden die Muskelmassen in der Richtung nach hinten immer schwächer entwickelt, die spindelförmigen Elemente und Leukocyten der lymphoiden Substanz der Leibeshöhle erscheinen in größerer Anzahl, die Chorda zeigt sehr leichte, segmentale Einschnürungen, die paarigen Knorpelchen der oberen Bogen der Wirbelsäule und die dorsalen und ventralen unpaarigen Knorpelchen, die den Flossenstrahlenträgern entsprechen, sind hier noch vorhanden, obwohl die Flossen selbst und sogar die Flossensäume schon verschwunden sind. Besonders stark sind in dieser Gegend die Spinalganglien entwickelt. Gegen das Ende des dickeren, fadenförmigen Schwanzabschnittes endet das Rückenmark mit einem konischen, sich nach hinten zu zuspitzenden Terminalabschnitte, von welchem noch einige, immer dünner werdende und aus spindelförmigen, bipolaren Zellen mit langen faserigen Ausläufern bestehende Filamente ausgehen — die letzten Rudimente des Bauchmarkes. An Stelle der Hauptgefäße: der aorta und der vena caudalis erscheinen jetzt am Querschnitte drei Gefäße von ungefähr gleichem Lumen und ganz gleichem Aussehen, deren Wände so ähnlich gebaut sind, daß es unmöglich ist, die Arterie von der Vene zu unterscheiden; alle bestehen aus dem Endothel und einer dünnen Bindegewebsschicht mit sehr spärlichen elastischen Elementen. Ich bin der Ansicht, daß diese drei Gefäße, von welchen das eine in der Mitte und die zwei anderen oberhalb und unterhalb des ersteren verlaufen, dadurch entstehen, daß die aorta in einen oberen und einen unteren Ast sich teilt, während die Caudalvene ungeteilt bleibt, was ich jedoch infolge des Mangels einiger Übergangspräparate, die unglücklicherweise zugrunde gegangen sind, nicht mit voller Bestimmtheit behaupten kann.

In dem terminalen, dünnen, fadenförmigen Schwanzabschnitte lassen sich folgende, wichtige Veränderungen beobachten. Das Hautepithel unterliegt einer reichen Vacuolisation, und zwar in der tiefen Schicht des Epithels liegen lockere Gruppen von größeren unveränderten Epithelzellen, in den mittleren Schichten dagegen sind ansehnliche Vacuolen in den Zellen vorhanden, so daß

das Plasma samt Kern nach einen Winkel der Zelle zurückgedrängt erscheint. Gegen die Oberfläche folgt wieder eine Schicht wenig veränderter, kubischer Zellen (vergl. Fig. 7.). Die reiche Vacuolisierung der mittleren Zellenschichten und die lockere Gruppenanordnung der basalen Zellen, besonders aber die keilförmige Gestalt vieler von diesen letzteren, welche auf einen Austritt derselben

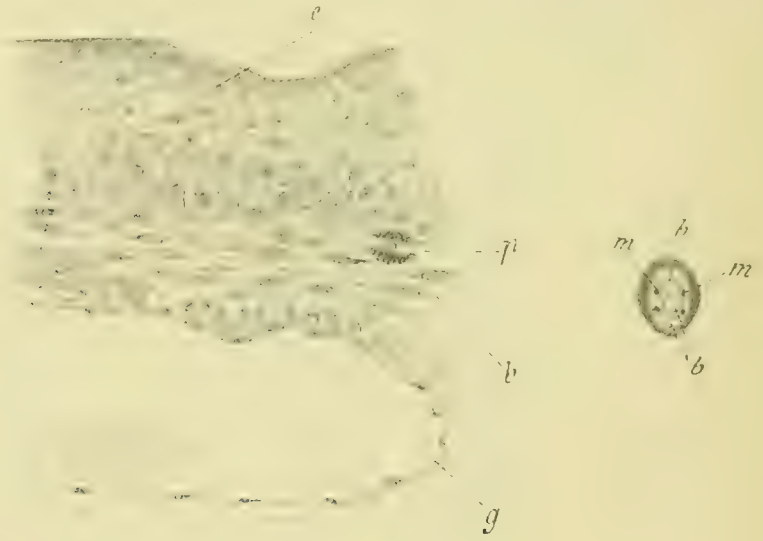


Fig. 7. Fig. 8.

aus dem Epithelverbande hinweist, alles dies scheint ohne Zweifel mit dem Zugrundegehen des Epithels im Zusammenhange zu stehen. Unter dem Epithel liegen viele Pigmentzellen (p.), welche zum größten Teil eine linsenförmig abgeplattete Form zeigen, mit den Pigmentkörnchen an den konvexen Flächen und mit dem Kerne in der Mitte. Das ganze Innere des Körpers ist mit Bindegewebe ausgefüllt, welches aus verlängerten, spindelförmigen, parallel zu der langen Achse des Schwanzes verlaufenden Zellen besteht; zwischen diesen letzteren befinden sich auch zahlreiche Leukocyten, welche besonders in der Umgebung der drei erwähnten in dem Schwanzfaden verlaufenden Blutgefäßen angehäuft sind. In Fig. 8. sehen wir den zarten Schwanzfaden im Querschnitte bei schwacher Vergrößerung, in Fig. 7. einen Teil des Längsschnittes bei stärkerer Vergrößerung.

Außerdem finden wir noch in dem erwähnten Bindegewebe vier Gruppen von zelligen Elementen, welche symmetrisch, seitlich, oberhalb und unterhalb des zentralen Blutgefäßes liegen. Dieselben bestehen, wie die Längsschnitte zeigen, aus sehr langen Strängen, die wellenförmig verlaufen; in jeder der vier Gruppen verlaufen 4—6 solche Stränge, wobei jeder Strang aus einer Anzahl sehr feiner Faserchen besteht, die in einer interfibrillären Substanz liegen, und an der Peripherie reichlich mit Kernen versehen sind. Das sind die letzten Residua der allmählich terminalwärts zugrunde gehenden vier Gruppen von Muskelmassen, die weiter nach hinten, immer schwächer entwickelt und unansehnlicher erscheinen und in welchen die Querstreifung sich immer mehr verwischt, um endlich ganz zu verschwinden.

In dem hintersten, äußerst dünnen Endstücke des terminalen Schwanzfadens trifft man schon am Querschnitte nicht die drei distinkten Blutgefäße, sondern einen allgemeinen Blutsinus, an einigen Stellen vom Endothel umgeben, an anderen, wie es mir scheint, ohne endotheliale Begrenzung; das umgehende Bindegewebe ist nur äußerst wenig entwickelt und die vier erwähnten Zellenstränge sind schon gar nicht vorhanden. Im Blutsinus finden sich äußerst zahlreiche Leukocyten. Am interessantesten stellt sich das Epithel dar und zwar bleibt nur die äußere Zellenschicht unverändert übrig, während die Zellen der tieferen Schichten ganz locker und stark vacuolisiert werden und teils vermittelst feiner, plasmatischer Fäden zusammenhängen, teils schon ganz frei in dem Blutsinus liegen, wobei man in vielen derselben amitotische Kernteilungen und in zahlreichen Zellen sowohl an der Oberfläche, wie auch im Inneren des Plasmas Leukocyten (Phagocyten) findet (Fig 9.). In manchen Zellen trifft man 2 oder sogar 3 eingewanderte Leukocyten. Auf diese Weise geht das Epithel zugrunde. Da wir nun solche Zustände am hinteren Ende des Schwanzfadens gefunden haben, schließen wir daraus, daß auf dem Wege eines solchen Zellenzerfalls unter Mitwirkung von Leukocyten alle geweblichen Elemente zugrunde gehen und die Zerfallprodukte derselben durch das Blut nach den vorderen Körperabschnitten überführt werden, wofür auch die Verhältnisse bei den *F. acus*-Larven sprechen.

Wir gehen nun zu den larvalen Anhängen des *F. acus* über. Hier sind zwei Gebilde zu unterscheiden: 1) das s. g. Vexillum der Vexillifer-Larve und 2) das Schwanzfilament derselben Larve.

welches demjenigen bei jugendlicher Form des *F. dentatus* entspricht.

Was zuerst den dorsalen Anhang, d. h. das Vexillum anbelangt, so besteht das letztere, nach Emery, bei einer 4-tägigen Larve aus einem Stiel und einem nach vorne gerichteten Filament mit blattähnlichen Anhängen. Bei etwas älteren Exemplaren

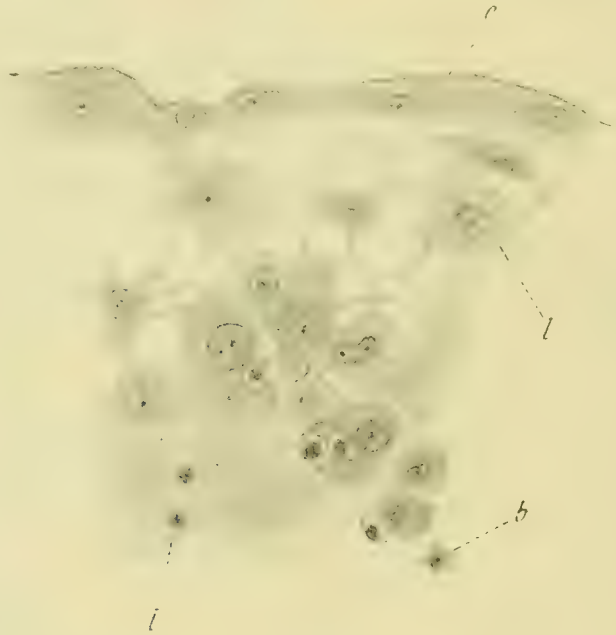


Fig. 9.

(10—11 mm. Länge) ist der Stiel länger und mit einer Achse von steifer, hyalinen Substanz versehen, welche mit einem knorpeligen Anfangsstücke gegen einen Basalknorpel artikuliert. Zwischen diesem Knorpel und der Haut befinden sich Muskeln, um den Stiel der Fahne zu bewegen. Larven von solchem Alter haben wir nicht gehabt. Aus der Sammlung des Prof. Grassi besitzen wir dagegen viele Larven, welche denjenigen entsprechen, die von Gasco als *Vexillifer de Filippi* beschrieben worden sind. Diese sehr schöne Larve ist sehr selten; Emery besaß nur ein einziges Exemplar; die Länge des ganzen Körpers (samt dem Caudalfilamente) dieses Exemplars betrug 7,6 cm. (Fig. 2. in der Monographie von Emery). Bei diesen Larven, und zwar von der gesamten Länge 5,6 bis

8 cm haben wir das Vexillum und das Caudalfilament näher untersucht.

Was zuerst das Vexillum anbetrifft, so muß man es — worin ich mit Emery im Einklange stehe — als den ersten Strahl der dorsalen Flosse ansehen, da diese letztere direkt hinter demselben beginnt und der histologische Bau des achsialen Stützgewebes des Stieles, sowohl wie die Verbindung desselben mit dem, den Flossenstrahlenträgern entsprechendem Knorpel, den Verhältnissen bei den übrigen Flossenstrahlen entspricht. Am häufigsten scheint der Strahl der Fahne mit dem 7. Wirbel im Zusammenhange zu stehen (Emery gibt den 7. bis 9. Wirbel an). Bei unseren Vexillifer-Larven, die zirka 7 cm lang waren, erreichte der Stiel die Länge von zirka 1 cm, und war mit 2—5 rundlich ovalen, etwas abgeplatteten, blattähnlichen Verdickungen versehen. Bei einigen Exemplaren waren zwei Verdickungen am Ende des Stieles vorhanden, bei anderen endete der Stiel mit einer einzigen Verdickung und die übrigen inserierten sich seitlich auf dem Stiele. Bei Individuen von 5,6—6 cm Länge war der Stiel im Querschnitte viereckig abgerundet, manchmal rundlich, bei älteren Larven (von 7—8 cm Länge), besonders in seinem basalen Abschnitte, seitlich stark komprimiert.

Der basale Teil des Stieles sieht am Querschnitte durch den Larvenkörper folgendermaßen aus (Fig. 10.). Die Körperdecke bildet einen hügelartigen Vorsprung, welchem der Stiel aufsitzt, indem er mit seinen lateralen Stützgebilden den Flossenträgerknorpel erreicht. Dieser letztere (Fig. 10.) stellt sich als hutförmiger Knorpel (*k'*) dar, der mit der konkaven Basis einem anderen, zylindrischen (*k''*) Knorpel aufsitzt; dieser letztere artikuliert basal mit dem processus spinosus, und ist mit dem konvexen Scheitel nach oben gerichtet, wo mit ihm ein konisches (*k*), schon dem Stiele angehörendes und im basalen Abschnitte dieses letzteren ruhendes Knorpelstück artikuliert. Mit dem hutförmigen Knorpel artikulieren außerdem beiderseits zwei Lamellen, die aus ganz homogener, zellenloser Knochensubstanz bestehen und mit Eisen-Haematoxylin stark schwarz, mit Haematoxylin-Eosin intensiv violett, mit Orcein tief braun sich tingieren. Nach innen von dieser Substanz befindet sich eine weichere Knochensubstanz, welche (*b*) ebenfalls homogen erscheint, aber sich mit allen erwähnten Färbemitteln viel schwächer tingiert. Zentral liegen dieser Substanz viele birnförmige Zellen

an, die mit den verjüngten Enden in dieselbe teilweise eindringen, weshalb sie als Bildner dieser Substanz betrachtet werden könnten. Im Inneren des Stieles trifft man lockeres, fibrilläres Bindegewebe, welches viele spindelförmige und verästelte Zellen enthält. Elastische Elemente haben wir nicht gefunden. Im Bindegewebe ver-

Fig. 10

läuft ein zentrales, arterielles Gefäß und einige Venenäste, die mehr peripherisch liegen.

Es gibt drei Paare von Muskeln, welche den Stiel in Bewegung bringen: 1) Die (Fig. 10, *m'*) äußeren langen Muskelbündel, die von der äußeren Fläche der dunklen Knochensubstanz bogenförmig bis zum knorpeligen Flossenträger verlaufen; 2) die kurzen äußeren Muskelbündel (*m*), die von den ersteren bedeckt sind, und denselben Verlauf zeigen (vergl. Fig. 10.); 3) die inneren Muskelbündel, die von der inneren, hellen Knochensubstanz des Stieles zu demselben Knorpelstücke seitlich verlaufen.

Durch den Besitz einer solchen Muskulatur ist das Vexillum sehr stark beweglich. Es spielt wahrscheinlich die Rolle eines Lockorganes für die kleinen Seetiere, wie es schon Emery vermutet hat.

Interessant ist der Querschnitt durch den frei hervorstehenden,

seitlich komprimierten Stiel nahe an der Basis desselben (Fig. 11.). Das Epithel ist hier einschichtig, von stark entwickelter Cuticula bedeckt. Die Skelettteile bestehen aus zwei Platten, die von außen konkav, von innen konvex erscheinen, wobei jede Platte aus dem

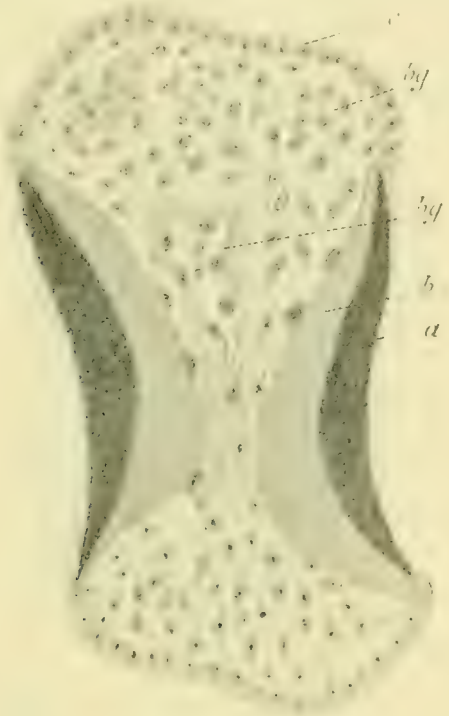


Fig. 11.

erwähnten, äußeren, homogenen, dunkel sich tingierenden (*a*), und einen inneren, hell sich färbenden Abschnitt (*b*) besteht. Nach innen von der hellen Substanz liegen ihr platte Zellen (Bildungszellen der osteogenen Substanz) an. Es ist interessant, daß die Gerüstplatten nicht vom Epithel bedeckt sind, sondern lediglich von der Hautcuticula. Infolge des durch die Platten ausgeübten Druckes ist hier wahrscheinlich das Epithel zugrunde gegangen.

Im Inneren des Stieles sieht man viele bindegewebige Elemente; besonders sind die spindelförmigen Zellen zahlreich. Terminalwärts wird der Stiel an Querschnitten viereckig abgerundet und noch weiter sogar rundlich, wobei die äußere, intensiv färbbare Ske-

lettplattte (*a*) jederseits immer enger und dünner wird, und anstatt an der äußeren Oberfläche konkav zu sein, konvex wird, wie es Fig. 12. illustriert. Die hell sich färbende Skelettmasse (*b*) differenziert sich dagegen in einen oberflächlichen Teil, der bandförmig

Fig. 12

bleibt und der dunklen Platte von innen anliegt, und in zwei (im Querschnitte) rundliche Massen, die tiefer liegen, und zwar eine vordere größere, und eine hintere kleinere, von denen die letztere bald wieder in zwei Abschnitte dichotomisch zerfällt, so daß jederseits auf Querschnitten vier Abteilungen dieses Gebildes zu sehen sind: eine peripherische, bandförmige, eine tiefere vordere und zwei tiefere, hintere. Es findet also eine Verästelung der Gerüstbildungen statt.

Was nun den histologischen Bau der blattförmigen Anhänge anbetrifft, so unterscheidet sich derselbe von demjenigen des Stieles in folgenden Punkten: 1) Das Epithel verdickt sich bedeutend, wird mehrschichtig, wobei es aus einer unteren, zylindrischen Schicht und aus mehreren darüber liegenden Schichten polygonaler Zellen besteht und keine Drüsenzellen zu enthalten scheint.

2) Unter dem Epithel folgt eine Schicht von zahlreichen, verästelten Pigmentzellen, die mit braunen und schwarzen, dicht gehäuften Körnchen versehen sind; im Stiele befinden sich nur in spärlicher Anzahl solche Zellen. 3) Es gibt im Inneren des Organes keine Gerüstbildungen, nur lockeres Bindegewebe und Blutgefäß, deren Wand nur aus einer Endothelschicht besteht.

Auf welche Weise das ganze Vexillum zugrunde geht, das kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Doch ist es sehr wahrscheinlich,

Fig. 13.

daß dasselbe nahe an der Basis, wo die Verdickung des Gerüstes stattfindet, abgebrochen wird. Und zwar, während bei Larven von 5,6 cm Körperlänge im Basalteile des Organes die Gerüstsubstanz schwächer entwickelt ist und nicht so stark nach innen verdickt erscheint, werden die Gerüstplatten bei der 7—8 cm langen Larve viel dicker, so daß verhältnismäßig nur ein enger Raum zwischen denselben in der Mitte frei bleibt (Fig. 11.), wo nämlich das arterielle Gefäß verläuft. Es folgt daraus, daß die Gerüstsubstanz mit dem Alter bedeutend zunimmt. Wenn wir nun annehmen, daß die lateralen Gerüstplatten noch etwas dicker werden, so würde infolge des durch dieselben bedingten Druckes die Blutzirkulation gestört, so daß fast der ganze, nach außen hervortretende Teil des Organes infolge unvollkommener Ernährung sehr wahrscheinlich einer

Nekrose unterliegen müßte. Die zahlreichen Leukocyten tragen wahrscheinlich zur Zerstörung des Organes bei. Bei Larven von 10 cm Körperlänge war schon keine Spur des Organs zu finden.

Was endlich den langen Schwanzanhang bei der Larve des *F. acus* anbelangt, so kann ich mit Bestimmtheit sagen, daß derselbe einer Resorption unterliegt. Bei einer 6—7 cm langen Larve

Fig. 14.

findet man in dem vordersten Teile des fadenförmigen Schwanzanhanges die Chordascheide sehr stark (Fig. 13.) entwickelt; unter derselben eine Lage von Chordaepithel, und von außen der Chordascheide die skelettogene Schichte, in welcher eine äußere und eine innere (sich intensiver färbende) homogene Knochensubstanzanlage und eine mittlere aus schwach sich tingierender, homogener Substanz bestehende Lage unterschieden werden können. Die erwähnte Schicht bildet kurze obere Bogen, die dorsal nur durch weiches

Bindegewebe geschlossen sind; paarige Knorpelstücke in den Bogen, die in dem Schwanze vorhanden sind, kommen schon in dem Schwanzfaden nicht mehr zum Vorschein. Das Rückenmark ist hier von vielen Blutgefäßen umgeben. Mehr terminalwärts sieht man schon keine typischen Chordazellen in der Rückensaite (Fig. 14.), und es tritt hier nur die stark verdickte Chordascheide auf, welche zentral einige Lücken und viele Kerne (ohne distinkte Zellgrenzen) enthält, wobei viele von ihnen im Zustande einer Fragmentation sich befinden. Außerdem sieht man in der Substanz der Chordascheide viele Leukocyten, welche durch ihre sehr intensiv sich färbenden Kerne leicht zu unterscheiden sind. Die skelettogene Schicht ist hier nicht mehr vorhanden. Das Hautepithel, welches im vorderen Teile des Schwanzfadens mehrschichtig ist, stellt hier, im hinteren Abschnitte desselben, nur eine einzige Zellenschicht dar. Zwischen dem Hautepithel und der Chordascheide, welche von einer Schicht stark abgeplatteter Zellen umgeben ist, wie auch in den Lücken zwischen dem Hautepithel, der Chordascheide und dem Rückenmarke ist ein sehr lockeres Bindegewebe entwickelt, welches die ganze Leibeshöhle ausfüllt, zahlreiche Leukocyten und viele Blutgefäße enthält. Außerdem trifft man in demselben zahlreiche Blutkörperchen, welche hier reichlich aus den Gefäßen heraustreten. Das Rückenmark liegt mitten im Bindegewebe und ist stark reduziert.

Noch interessanter sind die Querschnitte durch eine der Endpartien des Schwanzfadens (Fig. 15.). Wir finden hier unter dem einschichtigen Hautepithel ein die Leibeshöhle ausfüllendes, sehr lockeres Bindegewebe, in welchem zahlreiche Blutkörperchen und Leukocyten vorhanden sind. Wir haben hier einen offenen Blutsinus vor uns, der die Interstitien zwischen dem lockeren Bindegewebe und zwischen den inneren Organen ausfüllt. Die Fortsetzung der Chordascheide ist durch die Leukocyten in hohem Grade resorbiert, enthält viele Lücken, in welchen ebenfalls Blutkörperchen und Leukocyten angehäuft sind und stellt überhaupt ein Bild des Zerfalls dar. Dasselbe kann auch vom Rückenmark gesagt werden; es bleibt hier nur eine Zellenschicht übrig, die den Zentralkanal umgibt, die mehr peripherischen Zellen lösen sich dagegen frei ab, wobei auch hier viele Blutkörperchen und Leukocyten zwischen den zerfallenden Rückenmarkselementen zu sehen sind. Noch mehr nach hinten, d. h. sehr nahe am Hinterende des feinen Fadens, finden wir nur

das einschichtige dünne Hautepithel, ein lockeres Bindegewebe mit vielen Blutgerinnungen, Blutkörperchen und Leukocyten; die Chordascheide und das Rückenmark sind in dieser Gegend schon vollständig zugrunde gegangen. Die Involutionsprozesse schreiten also in Schwanzfaden in der Richtung von hinten nach vorn fort.

Bei einer 10 cm langen, jugendlichen Form von *F. acus* habe ich den Endabschnitt des Schwanzes als einen hinten abgerun-

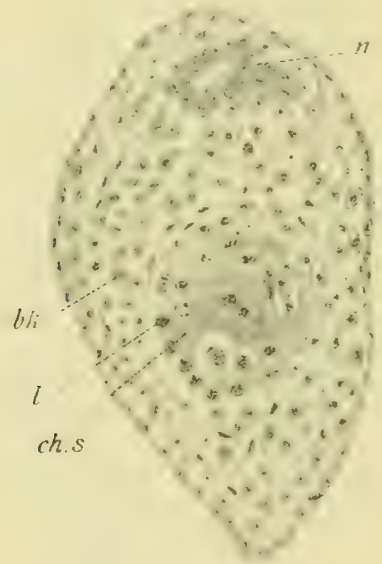


Fig. 15.

deten, dünnen Stummel gefunden, wobei sich der Schwanz hinter der Stelle, wo die letzten Muskelsegmente durchschimmern, konisch verengt und unter einem stumpfen Winkel in diesen Endabschnitt übergeht. Während nun in den vorderen Teilen dieses Schwanzstummels die Wirbelsäule und das Rückenmark noch vorhanden sind, enthält der hintere Abschnitt desselben nur noch Reste des Rückenmarkes, die aus einer einzigen, den Zentralkanal umgebenden Zellenschicht bestehen. Auch hier findet man in dem lockeren Bindegewebe von Blutkörperchen und Leukocyten erfüllte Spalten; die Reste der zugrunde gegangenen Muskeln bilden homogene, unregelmäßige von Leukocyten umgebene Schollen. In vielen Bindegewebszellen sieht man eine Fragmentation der Kerne. Es ist endlich interessant, daß das hier noch mehrschichtige Epithel sich eben-

falls im Zustande der Involution befindet, da nur die äußere Zellenschicht noch unverändert bleibt, während die tiefer liegenden Zellen einer starken Vacuolisation und Lockerung unterliegen, und die ganz basalen sich von anderen loslösen und in die innere, lockere Zellenmasse eindringen. Die Involution eines Schwanzabschnittes kommt also dadurch zustande, daß alle inneren Organe einem Zerfalle unterliegen, vom Blut umspült werden und teilweise vermittelst Leukocyten einer Absorption unterliegen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch die Haut eines jugendlichen *Fierasfer dentatus* Oc. 2. S. Hom. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss; Zeichenapparat n. Zeiss).

Fig. 2. Ein Teil der Hautdecke vom vordersten Schwanzabschnitte eines jugendlichen *F. acus* 7—8 cm Länge mit den Sinnesorganen; *l* — Laterallinie, *d* — dorsale, v. — ventrale Reihe der Sinnesorgane (Oc. 1, S. 3, Leitz; Z. n. Z.).

Fig. 3. Querschnitt durch das Sinnesorgan der Seitenlinie vom jungen *F. acus; c* — cupula terminalis, *b* — birnförmige Zellen, *s* — Stützzellen *d* — Parietalzellen, *n* — Nervenfibrillen, *bs* — Basalzellen, *b. m.* — Basilarmembran (Oc. 4. S. hom. Im. $^1/_{12}$ Zeiss; Z. n. Z.).

Fig. 4. Ein jugendlicher *F. dentatus;* nat. Größe (rechts) und ein jugendlicher *F. acus* (Vexillifer); nat. Größe (links).

Fig. 5. Ein Teil eines Querschnittes durch den jugendlichen *F. dentatus,* aus der hintersten Rumpfpartie; *v. c.* — Cardinalvene, *m* — Muskeln, *W. c.* — die Wolff'schen Kanäle, *r. p.* — Hinterniere — *v. n.* — Schwimmblase, *g* — Blutgefäße, *l* — lymphoides Gewebe der Leibeshöhle (Oc. 2, S. A. Zeiss; Z. n. Z.).

Fig. 6. Querschnitt durch den jugendlichen *F. dentatus,* aus der hintersten Rumpfpartie; *c* — Chorda dorsalis *n* — Rückenmark, *v. n.* — Schwimmblase, *m* — Muskulatur, *W. c.* — Wolff'schen Kanäle, *r. n.* — Harnblase (Oc. 2, S. A. ohne untere Linse, Zeiss; Z. n. Z.).

Fig. 7. Ein Teil eines Sagittalschnittes durch den Schwanzfaden vom jugendlichen *F. dentatus, e* — Epithel, *g* — Blutgefäß, *b* — Bindegewebe *m* — Muskelrudimente *p* — Pigmentzelle (Oc. 2. S. 9. Merk. Ebel. Z. n. Z.).

Fig. 8. Querschnitt durch den Schwanzfaden vom jugendlichen *F. dentatus; e* — Epithel, *g* — Blutgefäß, *b* — Bindegewebe, *m* — Muskelrudimente, *p* — Pigmentzelle (Oc. 2. S. ohne untere Linse, Zeiss; Z. n. Z.).

Fig. 9. Querschnitt durch das Hautepithel mit dem darunter liegenden Blutsinus von dem degenerierenden Schwanzfaden eines jugendlichen *F. dentatus;* Endstück; *e* — Epithelzellen, *l* — Leukocyten (Oc. 4. S. hom. Im. $^1/_{12}$ Zeiss, Z. n. Z.).

Fig. 10. Ein Stück eines transversalen Körperschnittes; und zwar durch den Anfangsteil (Basalteil) des Vexillum-Stieles und den darunter liegenden Knorpelstücke; *e* — Hautepithel, *a, b* — Gerüstsubstanz des Stieles, *k, k', k''* — Knorpelstücke *m. m', m''* — Muskeln (Oc. 4, S. C. Zeiss; Z. n. Z.).

Fig. 11. Querschnitt durch den Basalteil des Vexillum-Stieles, von einer 7—8 cm langen *F. acus*-Larve; *a* — äußerer, *b* — innerer Abschnitt des Gerüstes, *bg* — Blutgefäße *e* — Hautepithel (Oc. 4., S. hom. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss; Z. n. Z.).

Fig. 12. Querschnitt durch den Vexillum-Stiel von einer 6 cm langen *F. acus*-Larve, *a* — intensiv sich färbender Teil des Gerüstes, *b* — schwach sich färbende Abschnitte des Gerüstes, *bg* — Blutgefäße, *c* — Hautepithel (Oc. 4. S. hom. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss. Z. n. Z.).

Fig. 13. Querschnitt durch die Chorda dorsalis und Rückenmark aus dem vordersten Teile des fadenförmigen Schwanzanhanges einer *F. acus*-Larve; *ch. s.* — Chordascheide, *s* — skelettogene Schicht, *l* — Blutgefäße, n — Rückenmark (Oc. 1, S. h. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss. Z. n. Z.).

Fig. 14. und 15. Querschnitte durch den Schwanzfaden von *F. acus*-Larve *ch. s.* — Chordascheide, *n* — Rückenmarkreste, *b* — Blutgefäße, *l* — Leukocyten, *b. k.* — Blutkörperchen. (Oc. 1., S. hom. Imm. $^1/_{12}$ Zeiss. Z. n. Z.).

---

9. M. S. KĘPIŃSKI. **Całkowanie równania** $\frac{\partial^2 j}{\partial \xi^2} - \frac{1}{\xi}\frac{\partial j}{\partial t} = 0$. ***(Integration der Differentialgleichung*** $\frac{\partial^2 j}{\partial \xi^2} - \frac{1}{\xi}\frac{\partial j}{\partial t} = 0$***).*** *(Intégration de l'équation* $\frac{\partial^2 j}{\partial \xi^2} - \frac{1}{\xi}\frac{\partial j}{\partial t} = 0$*).* Mémoire présenté par M. S. Zaremba m. c.

In der vorliegenden Note beschäftigen wir uns mit der Integration einer Differentialgleichung von parabolischem Typus:

$$L(j) \equiv \frac{\partial^2 j}{\partial \xi^2} - \frac{1}{\xi}\frac{\partial j}{\partial t} = 0. \tag{1}$$

mit folgenden Grenzbedingungen:

a) für $t = 0$: $j = f(\xi)$
b) „ $\xi = 0$: $j = \varphi(t)$.

Indem wir die Green- Riemann'sche Methode anwenden, brauchen wir zunächst eine Hauptlösung der adjungierten Differentialgleichung:

$$M(v) \equiv \frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} + \frac{1}{\xi}\frac{\partial v}{\partial t} = 0. \tag{2}$$

Als solche Hauptlösung erscheint nun:

$$v(\xi, t; \xi_0, t_0) = e^{-\frac{\xi_0 + \xi}{t_0 - t}} w\left[\frac{\xi \xi_0}{(t_0 - t)^2}\right], \tag{3}$$

wo $w(x)$ eine Lösung der Differentialgleichung

$$\frac{d^2 w}{dx^2} - \frac{1}{x} w = 0 \tag{4}$$

ist. Diese Funktion kann leicht mittels der Bessel'schen Cylinder-Funktionen I_1 und Y_1 dargestellt werden, und zwar, wenn

$$w_1(x) = x \sum_{s=0}^{\infty} \frac{x^s}{s!\,\Gamma(s+2)} = -i\sqrt{x}\, I_1(2i\sqrt{x})$$

$$w_2(x) = 1 + w_1 \log x + x \sum_{s=0}^{\infty} \frac{x^s}{s!\,(s+1)!} [\psi(s+1) + \psi(s+2)]$$

$\psi(a) = \frac{\Gamma'(a)}{\Gamma(a)}$, gesetzt wird, so ist

$$w = A w_1 + B w_2.$$

In der weiteren Behandlung brauchen wir nur $w_1(x)$ und bemerken, daß für sehr große positive Werte von x, w_1 asymptotisch dargestellt werden kann:

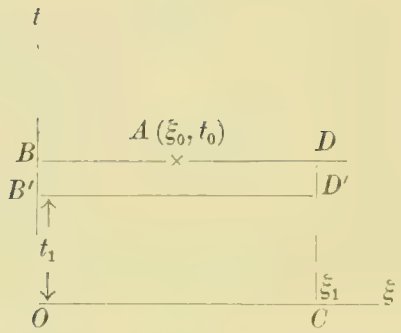
$$w_1(x) \sim \frac{1}{2\sqrt{\pi}} x^{\frac{1}{4}} e^{2\sqrt{x}}. \tag{5}$$

Indem wir nun den Green'schen Satz auf ein Gebiet K anwenden, in welchem j, v bis zu ihren zweiten partiellen Ableitungen stetige Funktionen sind, erhalten wir

$$\int_K \left[\left(v \frac{\partial j}{\partial \xi} - j \frac{\partial v}{\partial \xi}\right) dt + \frac{1}{\xi} j v \, d\xi\right] = 0.$$

Als ein solches Gebiet wählen wir ein Parallelogramm $DBOCD$, dessen eine Seite durch den Punkt $A[\xi_0 > 0, t_0 > 0]$ geht, und welches wir nachher bis ins Unendliche hin erstrecken. Wir erhalten somit:

$$\int_{AO} + \int_{OC} + \int_{CD} + \int_{DA} = 0. \tag{6}$$



Auf der Strecke BO ist nun:

$$\xi = 0,\ d\xi = 0,\ [v]_{\xi=0} = 0.$$

$$\left[\frac{\partial v}{\partial \xi}\right]_{\xi=0} = \frac{\xi_0}{(t_0 - t)^2}\, e^{-\frac{\xi_0}{t_0 - t}},\quad j_{\xi=0} = \varphi(t);$$

also

$$\int\limits_{BO} = \xi_0 \int\limits_{O}^{t_0} \frac{e^{-\frac{\xi_0}{t^0 - t}}}{(t_0 - t)^2}\, \varphi(t)\, dt.$$

Auf der Strecke OC ist: $t = 0,\ dt = 0.$

$$[v]_{t=0} = e^{-\frac{\xi_0 + \xi}{t_0}}\, w^1\left(\frac{\xi\xi_0}{t_0^2}\right),\quad j_{t=0} = f(\xi);$$

also

$$\int\limits_{OC} = \int\limits_{O}^{\xi_1} e^{-\frac{\xi_0 + \xi}{t_0}}\, w_1\left(\frac{\xi\xi_0}{t_0^2}\right) f(\xi)\, d\xi$$

und im Grenzwert für $\xi_1 = \infty$:

$$\int\limits_{O\infty} = \int\limits_{O}^{\infty} e^{-\frac{\xi_0 + \xi}{t_0}}\, w_1\left(\frac{\xi\xi_0}{t_0^2}\right) f(\xi)\, d\xi.$$

Auf der Strecke CD ist $\xi = \xi_1$. $d\xi = 0$ und für

$$\xi_1 = \infty \text{ ist } [v]_{\xi=\infty} = 0, \quad \left[\frac{\partial v}{\partial \xi}\right]_{\xi=\infty} = 0.$$

also in dem Grenzwert $\xi_1 = \infty$

$$\int_{CO} = 0.$$

Endlich auf der Strecke DB ($\xi_1 = \infty$) ist $t = t_0$. $dt = 0$, also

$$\int_{DB} = \int_{\infty}^{0} \frac{1}{\xi} [jv]_{t=t_0} d\xi.$$

Um dieses Integral zu erwerten, nehmen wir zunächst eine zur DB parallele Gerade, welche dem Werte $t = t_1 < t_0$ entspricht. und nachher gehen wir zum Grenzwert $t_1 = t_0$.

$$\int_{D'B'} = \int_{\infty}^{0} \frac{1}{\xi} j(\xi, t_1)\, v(\xi, t_1)\, d\xi =$$

$$= -i \int_{\infty}^{0} \frac{1}{\xi} j(\xi, t_1)\, e^{-\frac{\xi_0 + \xi}{t_0 - t_1}} \frac{\sqrt{\xi\xi_0}}{t_0 - t_1} I_1\left(2i \frac{\sqrt{\xi\xi_0}}{t_0 - t_0}\right) dt.$$

Es ist nun für ein sehr kleines $t_0 - t_1$, asymptotisch (vrgl. 5)

$$\int_{D'B'} \sim \frac{1}{2\sqrt{\pi}} \int_{\infty}^{0} \frac{1}{\xi} j(\xi, t_1) \frac{\sqrt[4]{\xi\xi_0}}{\sqrt{t_0 - t_1}} e^{-\frac{(\sqrt{\xi_0} - \sqrt{\xi})^2}{t_0 - t_1}} d\xi$$

oder wenn wir

$$\sqrt{\xi} = \sqrt{\xi_0} + \mu \sqrt{t_0 - t_1}$$

einsetzen

$$\int_{D'B'} \sim \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{\infty}^{-\frac{\sqrt{\xi_0}}{\sqrt{t_0 - t_1}}} \sqrt{\frac{\sqrt{\xi_0}}{\sqrt{\xi_0} + \mu\sqrt{t_0 - t_1}}}\, j\left[(\sqrt{\xi_0} + \mu\sqrt{t_0 - t_0})^2, t_1\right] e^{-\mu^2} d\mu;$$

also in dem Grenzwert für $t = t_1$:

$$\int_{DB} = -\frac{1}{\sqrt{\pi}} j(\xi_0, t_0) \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\mu^2} d\mu = -j(\xi_0, t_0).$$

Wir haben also der Gleichung (6) gemäß:

$$j(\xi_0, t_0) = \xi_0 \int_0^{t_0} \frac{e^{-\frac{\xi_0}{t_0 - t}}}{(t_0 - t)^2} \varphi(t)\, dt +$$

$$+ \int_0^{\infty} \frac{e^{-\frac{\xi_0 + \xi}{t_0}}}{\xi} w_1\left(\frac{\xi\xi_0}{t_0^2}\right) f(\xi)\, d\xi.$$

Oder wenn wir endlich für ξ_0, t_0 die Variabeln ξ, t und für die Integrationsvariablen λ einsetzen, bekommen wir für $\xi > 0$, $t > 0$:

$$j(\xi, t) = \xi \int_0^{t} \frac{e^{-\frac{\xi}{t - \lambda}}}{(t - \lambda)^2} \varphi(\lambda)\, d\lambda +$$

$$+ \int_0^{\infty} \frac{e^{-\frac{\xi + \lambda}{t}}}{\lambda} w_1\left(\frac{\lambda\xi}{t^2}\right) f(\lambda)\, d\lambda. \tag{7}$$

Es ist nachher sehr leicht zu konstatieren, daß dieses Integral (7) auch den Bedingungen a) b) entspricht. In der Tat ist das erste Integral auf der rechten Seite

$$j_1(\xi, t) = \xi \int_0^t \frac{e^{-\frac{\xi}{t-\lambda}}}{(t-\lambda)^2} \varphi(\lambda)\, d\lambda$$

ein Integral der Differentialgleichung (1), welches

für	$t = 0$	in	$j_1 = 0$
„	$\xi = 0$	„	$j_1 = \varphi(t)$

übergeht. Indem man nämlich rechter Seite

$$\lambda = t - \frac{\xi}{\mu}$$

einsetzt, erhält man

$$j_1(\xi, t) = \int_{\frac{\xi}{t}}^{\infty} e^{-\mu} \varphi\left(t - \frac{\xi}{\mu}\right) d\mu,$$

also da $\xi > 0$

für $t = 0$: $j_1 = 0$.

für $\xi = 0$ $\quad j_1 = \varphi(t) \int_0^{\infty} e^{-\mu}\, d\mu = \varphi(t)$.

Das zweite Glied rechter Seite von (7) ist wiederum ein Integral der Diffentialgleichung (1):

$$j_2(\xi_1 t) = \int_0^{\infty} \frac{e^{-\frac{\xi}{t}+\lambda}}{\lambda} w_1\left(\frac{\xi\lambda}{t_2}\right) f(\lambda)\, d\lambda,$$

welches für

$t = 0$	in	$j_2 = f(\xi)$
$\xi = 0$	„	$j_2 = 0$

übergeht.

Um dies zu verifizieren, nehmen wir zunächst t sehr klein an: $t = \varepsilon > 0$ und erhalten asymptotisch:

$$j_2(\xi, \varepsilon) \sim \frac{1}{2\sqrt{\pi}} \int_0^\infty \frac{\sqrt{\xi}}{\sqrt{\varepsilon}} \frac{1}{\lambda^{3/4}} e^{-\frac{(\sqrt{\lambda} - \sqrt{\xi})^2}{\varepsilon}} f(\lambda)\, d\lambda$$

oder wenn $\sqrt{\lambda} - \sqrt{\xi} = \sqrt{\varepsilon}\, \mu$

$$j_2(\xi, \varepsilon) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\sqrt{\frac{\xi}{\varepsilon}}}^\infty \sqrt{\frac{\xi}{\sqrt{\xi} + \sqrt{\varepsilon}\, \mu}}\, f[(\sqrt{\xi} + \sqrt{\varepsilon}\, \mu)^2]\, e^{-\mu^2}\, d\mu,$$

also für $\varepsilon = 0$

$$j_2(\xi, 0) = f(\xi) \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^\infty e^{-\mu^2}\, d\mu = f(\xi).$$

Die zweite Bedingung : für $\xi = 0 : j_2 = 0$ verifizieren wir folgendermaßen. Wir wählen zunächst eine beliebig große aber unendliche Zahl p und schreiben

$$j_2(\xi, t) = \int_0^p \frac{e^{-\frac{\lambda + \xi}{t}}}{\lambda} w_1\left(\frac{\lambda \xi}{t^2}\right) f(\lambda)\, d\lambda +$$

$$+ \int_p^\infty \frac{e^{-\frac{\lambda + \xi}{t}}}{\lambda} w_1\left(\frac{\lambda \xi}{t^2}\right) f(\lambda)\, d\lambda.$$

In dem ersten Gliede ist $\lambda \leqslant p$, also für $\xi = 0$ ist $w_1(0) = 0$. Das zweite Glied, für ein großes $\lambda \geqslant p$ ist asymptotisch

$$\int_p^\infty \frac{e^{-\frac{\lambda+\xi}{t}}}{\lambda} w_1\left(\frac{\lambda\xi}{t^2}\right) f(\lambda)\, d\lambda \sim \frac{1}{2\sqrt{\lambda}} \int_p^\infty \frac{\sqrt[4]{\xi}}{\sqrt{t}} e^{-\frac{(\sqrt{\lambda}-\sqrt{\xi})^2}{t}} f(\lambda)\, d\lambda$$

also, wenn $p_1 \geqslant p$

$$\int_p^\infty \frac{e^{-\frac{\lambda+\xi}{t}}}{\lambda} w_1\left(\frac{\lambda\xi}{t^2}\right) f(\lambda)\, d\lambda \leqslant \frac{f(p_1)}{2\sqrt{\pi}} \left(\frac{\xi}{t}\right)^{1/4} \int_{\left(\frac{p}{t}\right)^{1/4}}^\infty e^{-\mu}\, d\mu, \text{ q. e. d.}$$

---

10. M. A. BOCHENEK. **O systemie nerwowym mięczaków, osłonic i szkarłupni.** ***(Untersuchungen über das zentrale Nervensystem der Wirbellosen).*** *(Recherches sur le système nerveux des invertébrés (Anodonta, Distalpia, Synapta).* Mémoire présenté par M. C. Kostanecki m. t. (Planche V).

Die im Jahre 1897 erschienene Arbeit Apathys: „Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen“ hat der Forschung auf dem Gebiete des Nervensystems in mancher Beziehung neue Anregung gegeben, nicht nur durch die äußerst interessanten Resultate selbst, sondern auch durch die neuen Untersuchungsmethoden, die in dieser Arbeit mitgeteilt wurden. Die durch die musterhaften Präparate Apathys gestützten Resultate standen zu der allgemein herrschenden Neuronenlehre in schroffem Gegensatz. Der Zusammenhang der Nervenzellen durch Fibrillen wurde an den Apathyschen Präparaten in zweifelloser Weise zur Anschauung gebracht. Obwohl Apathys Ergebnisse sich auf Untersuchungen an einer ganzen Reihe von Tieren stützten, wurden in der Arbeit nur die Resultate der Untersuchungen an Würmern niederlegt.

Die Untersuchungen von Bethe, die den Apathyschen bald folgten, haben unsere Kenntnisse über die Neurofibrillen bei den Gliedertieren und sodann bei den Wirbeltieren in hohem Grade gefördert. Bethes Untersuchungen auf diesem Gebiete finden sich

in seiner „Allgemeinen Anatomie und Physiologie des zentralen Nervensystems“ zusammengestellt. Bald nach dem Erscheinen der Apathyschen Arbeit habe ich auch Untersuchungen auf diesem Gebiete begonnen, meine Präparate, die ich der Apathyschen Nachvergoldungsmethode verdanke, ließen mich die Existenz der Neurofibrillen bei den Mollusken, und zwar bei Helix feststellen. Mit dieser Methode gelang es nachher noch Boeke Neurofibrillen bei Amphioxus nachzuweisen.

Das rege Interesse, das diese Forschungen erregten, läßt sich am besten daran erkennen, daß man zahlreiche Versuche in der Literatur findet, die daraufhin gerichtet sind, die im höchsten Maße launenhafte und immer und immer mißlingende Apathysche Methode durch eine neue, leichtere zu ersetzen. Außer den zitierten Arbeiten Bethes sind hier die Methoden von Bielschowski, von Ramon y Cajal und von Joris zu nennen. In meiner Helix-Arbeit beschäftigte ich mich mit dem zentralen Nervensysteme der Mollusken, ich wandte mich nach ihrer Beendigung zu Untersuchungen einer anderen Molluskengruppe, und wählte hiezu die leicht zur Verfügung stehende Süßwasserform aus der Gruppe der Lamellibranchier, Anodonta. Sodann habe ich meinen Aufenthalt in der Zoologischen Station in Neapel im Frühjahr 1904 dazu benützt, meine Untersuchungen auch auf andere Gruppen der Wirbellosen auszudehnen, habe mich zu dem Zwecke den Tunicaten zugewandt und als Repräsentanten derselben Ciona intestinalis und die großen Larven von Distaplia gewählt. Einige Versuche habe ich auch an Echinodermen angestellt. Die Resultate dieser Untersuchungen sollen im im folgenden zusammengestellt werden.

Die Untersuchungs-Methoden.

Die Ganglien des zentralen Nervensystems von Anodonta, sowie von Ciona wurden sorgfältig herauspräpariert und mit Sublimat-Salpetersäure (gesättigte Lösung von $HgCl_2 + 3-5\%$ HNO_3) oder Sublimat-Osmium (1 Volum derselben Sublimat-Lösung + 1 Volum 1% Osmiumsäure) fixiert.

Die in Sublimat-Salpetersäure fixierten Stücke wurden nach 3—4 stündigem Waschen in 30% Alkohol übertragen und dann langsam entwässert oder direkt aus der Sublimat-Lösung in 96% und nachher in absoluten Alkohol übertragen. Aus dem absoluten Alkohol wurden sie durch Chloroform-Alkohol, Chloroform, Chloro-

form-Paraffin übertragen und darin eingebettet. Die Entfernung von Sublimat wurde durch eine Jod-Jodkali-Lösung oder durch Jodtinktur erreicht. Die auf diese Weise fixierten Präparate wurden in Schnitte von 7·5 bis 10μ Dicke zerlegt und mittels Wasser oder 30% Alkohol auf dem Objektträger fixiert. Die auf dem Objektträger aufgeklebten Schnitte wurden in mannigfachster Weise gefärbt. Ich wandte zur Färbung Heidenhains Eisenalaunhämatoxylin, die Nissl's Methode, Toluidinblau, Erythrosin, sowie Hämatoxylin und Eosin an, der größte Teil der Präparate wurde aber nach der Apathyschen Nachvergoldungs-Methode behandelt. Die von Paraffin befreiten Schnitte wurden durch Alkohol durchgeführt, in destilliertes Wasser gebracht und hier einige Stunden (6—10) belassen; aus dem Wasser brachte ich dieselben in Jodwasser, (eine warm bereitete Lösung von Jod in destilliertem Wasser), worin sie $^1/_2$ Minute bis 1 Stunde im Dunklen verblieben. Nach kurzem Auswaschen in destilliertem Wasser, wurden sie in eine 1% Goldchloridlösung auf mindestens 12 Stunden gebracht. Aus dieser Lösung kamen die Präparate nach einem flüchtigen Auswaschen in eine 1% Ameisensäurelösung und wurden behufs Reduktion dem Licht ausgesetzt. Bei den in Sublimat-Osmiumsäure fixierten Präparaten scheint diffuses Licht und die Zimmertemperatur vorteilhaft für die Reduktion zu sein; die in Sublimat-Salpetersäure fixierten reduzierten sich besser in greller Sonnenbeleuchtung, wobei aber die Temperatur niedrig gehalten werden mußte.

Ich habe in fast jeder Richtung vergleichende Experimente mit der Methode angestellt, ich habe den Einfluß der Lichtstärke, der Temperatur, der Säuremenge der bei der Reduktion angewandten Ameisensäure untersucht, und doch ist es mir nicht gelungen, die zum sicheren Gelingen der Reduktion nötigen Momente festzustellen. Trotzdem ich eine Unmasse von Präparaten sowohl von Anodonta, wie auch von Ciona und Synapta gemacht habe, sind mir leider nur wenige gelungen.

Als in den ersten Monaten des Jahres 1904 die neue Methode der Fibrillenfärbung von S. Ramon y Cajal veröffentlicht wurde, habe ich auch mit ihr mehrere Versuche angestellt. Für Anodonta, erreichte ich wohl eine Fibrillenfärbung, ich kann sie aber keineswegs befriedigend nennen, bei Ciona gelang mir die Neurofibrillenfärbung trotz mehrfacher Proben niemals. Außer diesen Schnittfärbungen habe ich auch die Färbung in vivo mittels Methylen-

blau angewandt. Bei Anodonta habe ich mit einer Lösung von 1 gr. per 1.000 ganz sichere Resultate erzielt. Nach 6 bis 7 Stunden waren immer zahlreiche Zellen gefärbt. Eine stärkere Verdünnung von 1 gr. per 5.000 oder sogar 100,000, wie sie von Apathy empfohlen wird, erwies sich als unvorteilhaft. Die gefärbten Stücke wurden teilweise frisch untersucht, teilweise nach Apathy mit Ammoniumpikrat oder nach Bethe mit Ammonium molybdenicum fixiert. Alle Proben mit der Golgi'schen Methode sowohl an Anodonta, wie auch an Ciona waren erfolglos, sogar die Gliazellen, deren Färbung bei Helix leicht gelingt — wie es meine eigenen und Smidt's Erfahrungen lehren — haben sich niemals, weder bei Anodonta, noch bei Ciona färben wollen.

Diese Mißerfolge sind ein weiterer Beweis für die alt bekannte Tatsache, daß das Nervensystem der Wirbellosen trotz seines im Vergleich mit den Wirbeltieren einfachen Baues, doch für die Untersuchung kein leichtes und einfaches Objekt bildet.

Das Nervensystem von Anodonta.

Über das zentrale Nervensystem der Lamellibranchier ist nach der im Jahre 1888 erschienen Arbeit von Rawitz nur die Arbeit von Friedenfelt im Biologischen Zentralblatt erschienen. Aus der Arbeit von Rawitz, sowie aus anderen rein anatomischen Arbeiten wissen wir, daß das zentrale Nervensystem der Anodonta aus drei Ganglien besteht: dem an dem Mundeingang gelegenen Centralganglion, welches das kleinste ist, dem H förmigen Fußganglion und dem am hinteren Schließmuskel gelegenen größten Visceralganglion. Das zerebrale Ganglion steht mit dem visceralen und dem Pedalganglion durch Konnektive in Verbindung, aus jedem der Ganglien kommt eine Anzahl peripherer Nerven hervor.

Jedes Ganglion, sowie jeder größere Nervenstamm ist von einer mikroskopischen homogenen gelatinösen Schicht umgeben, dieselbe steht mit den mit der Apathyschen Methode leicht darstellbaren Neurogliazellen des Ganglions und der Nerven in engem Zusammenhang. Im Inneren jedes Ganglions kann man zwei distinkte Schichten unterscheiden. Der gelatinösen Hülle des Ganglions liegt eine dichte Lage von Zellen an. Dieselben wurden von Rawitz alle für Nervenzellen gehalten, Friedenfelt vermutet jedoch, daß einige (wie er sie nennt) kommaartige Kerne, den Neurogliazellen angehören könnten. Diese Vermutung Friedenfelts ist nach meinen

Untersuchungen ganz gerechtfertigt. Das Neurogliagewebe läßt sich mit der Apathyschen Methode überall zwischen den Nervenzellen konstatieren, so daß man diese Schichte der Ganglien als eine gemeinsame Nerven- und Neuroglia-Schichte betrachten muß. Die Unterschiede der Nerven und Neurogliazellen sollen unten näher erörtert werden.

Das Innere eines jeden Ganglions wird von einem Gewirr von Nervenfasern und Gliafibrillen gebildet, der sogenannten Leydig'schen Punktsubstanz, dem Betheschen Neuropil. In demselben lassen sich nur ganz spärliche Zellen von charakterischem Bau nachweisen.

Der Bau der Nervenzelle.

Die Nervenzellen bilden in allen drei Ganglien die äußere, der gelatinösen Hülle nach innen dicht anliegende, Schicht des Ganglions. Die Größe der Zellen variiert in hohem Grade, sie lassen sich aber alle, sogar die kleinsten, leicht von den Gliaelementen unterscheiden. Sie haben nämlich alle einen ganz runden Kern, während die Kerne der Neurogliazellen immer kleiner und oval sind.

Die Ergebnisse meiner mit der Methylenblau-Methode angestellten Untersuchungen über die äußere Gestalt und die Art und Weise der Verzweigung der Fortsätze der Zellen stimmen im allgemeinen mit den Angaben Friedenfielt's überein. Die unipolaren Zellen sind am zahlreichsten vertreten, dann kommen die bipolaren und und endlich die multipolaren Zellen. Von dem einzigen Fortsatz der unipolaren Zellen, der meist einem peripherischen Nerv zuläuft, begeben sich kleine und im allgemeinen wenig zahlreiche Kollateralfasern zum Neuropil. Dieselbe Erscheinung finden wir auch an beiden Fortsätzen der bipolaren Zellen. Die multipolaren Zellen haben gewöhnlich nur einen längeren und mehrere kleine Fortsätze, alle enden unweit vom Zellkörper selbst, so daß sie den Zellen des Golgischen Typus II. entsprechen.

Ich habe eine ganze Reihe von Zellen und ihrer Verästelungen speziell genau untersucht, um festzustellen, ob die Zellen durch ihre Verästelungen in direktem Zusammenhang stehen. Diese Untersuchungen sind bei Anodonta in hohem Grade erschwert. Die Nervenzellen liegen sehr dicht bei einander. Bei gelungener Methylenblaufärbung muß das ganze Ganglion ziemlich stark gepreßt werden, um die Zellen auseinanderzudrängen, und es liegen auch dann

noch immer mindestens in zwei Schichten übereinander. Dieser Umstand allein ermöglicht, die Verzweigungsweise der Zellausläufer zu verfolgen, ist aber gerade für die Beantwortung der gestellten Frage in hohem Grade ungünstig. Trotzdem die Ausbreitung des Ganglions in äußerst behutsamer Weise durch langsam vergrößerte Belastung vorgenommen wurde, mußte man immer die Möglichkeit in Betracht ziehen, daß bei stärkerem Druck solche Verbindungen, wenn sie existieren, zerrissen werden konnten; bei Anwendung eines schwächeren Drucks dagegen lagen die Zellen derart übereinander, daß man auf keine Weise einzelne Verästelungen auf weitere Strecken verfolgen konnte. Obwohl ich bei dieser Untersuchungs-Methode niemals ganz sichere Anastomosen-Verbindungen finden konnte, muß ich gestehen, daß dieser negative Befund vielleicht auch das Resultat der verschiedenen Hindernisse in der Untersuchung sein kann.

Für die Nervenzelle ist am meisten ihr großer, runder Kern charakteristisch; derselbe mißt circa 6μ im Duchmesser in kleinen und 10—12μ in größeren Zellen. Es ist im allgemeinen an Chromatin arm, dagegen reich an Kernsaft. Im Inneren des Kernes finden wir immer ein aus dichter homogener chromatinähnlicher Eiweißsubstanz gebildetes Kernkörperchen.

Das Protoplasma der Zelle selbst ist sehr dicht und in der größten Zahl der Zellen finden wir ein dunkelgelbes Pigment. Das Pigment bildet hier eine fast homogene, aus großen Klumpen zusammengesetzte Masse, und diese liegt in unipolaren Zellen dem Pole der Zelle näher, an dem der Fortsatz beginnt. Die Zellen sind beinahe alle von Pigment erfüllt, an frisch präparierten Ganglien schimmert das gelbe Pigment durch die gelatinöse Hülle des Ganglions hindurch, wenn man aber das Ganglion zerschneidet, so sieht man gleich, daß die innere Schicht des Ganglions, das Neuropil ganz farblos und pigmentlos ist. Mikroskopische Bilder lassen auch im Neuropil das Pigment konstatieren. Man findet es aber im Neuropil nur in äußerst geringer Menge in den zerstreut liegenden spärlichen Neurogliazellen. Außer dem Pigment ist der ganze Zellkörper mit kleinen Körnchen ausgefüllt, welche sich intensiv sowohl mit basischen Farbstoffen, als auch mit dem Haidenhainschen Eisenhämatoxylin färben. Nur die periphere Schicht des Protoplasmas ist im allgemeinen frei von diesen Körnchen. An der Grenze der beiden Schichten finden wir die Verzweigung der Neuro-

fibrillen. Ich muß hier auch gleich erwähnen, daß ich mit keiner Methode eine Spur der Holmgrenschen Kanälchen oder seiner Trophospongien nachzuweisen vermochte; an allen meinen Präparaten war von diesen Gebilden gar nichts zu sehen, auch treten die Gliafasern und Zellen bei Anodonta in keinen näheren Zusammenhang mit dem Protoplasma der Nervenzelle. Die Gliafasern umschlingen in allen Richtungen die Oberfläche der Zelle, dringen aber niemals ins Innere des Zellkörpers der Nervenzelle hinein.

Das funktionell Wichtigste in der Nervenzelle, die Neurofibrillen, „das Leitende", wie es Apathy bezeichnet — gelang es mir trotz der großen Masse der angefertigten Präparate nur in einigen gut differenziert mit der Nachvergoldungsmethode zu bekommen. Die Fibrillen sind in diesen Präparaten ganz dunkel gefärbt in hellrosafarbigem Protoplasma zu sehen. Im allgemeinen ist die Zahl der Fibrillen bei Anodonta noch viel geringer, als bei Hirndo und Lumbricus, und sie sind im Vergleich mit den Zellen von Helix und von Wirbeltieren äußerst schwach entwickelt. Die Zahl der in die Zelle hineintretenden Fibrillen beträgt 2 bis 5. Jede derselben verläuft im Zelleib der an der Grenze zwischen der oberflächlichen hellen und der inneren, infolge der Ansammlung der zahlreichen kleinen Körnchen dunkel erscheinenden perinucleären Schicht. Die Fibrillen teilen sich im Zelleib und bilden ein sehr weitmaschiges Netz. Das von Apathy beschriebene doppelte

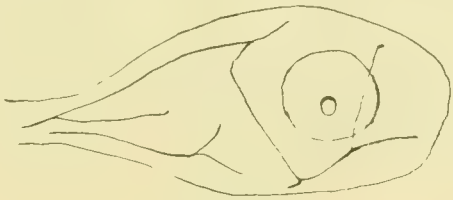


Fig. 1.

Netz, ein perinucleäres und ein an der Peripherie der Zelle gelegenes ist bei Anodonta nicht zu unterscheiden; es scheint, als ob hier die beiden Netze zu einem einzigen in der Mitte zwischen dem Kern und der Peripherie liegenden vereint wären. Dieses Netz wird hauptsächlich von Fibrillen gebildet, die längs der Meridiane verlaufen, manche derselben biegen aber in einem zum Meridian spitzen Winkel ab und gelangen auf diese Weise in eine

zum Meridian schräge Richtung (Fig. 1), sie nähern sich auf diese Weise der nächstliegenden Fibrille und verbinden sich mit derselben. Ganz quer verlaufende Verbindungen finden wir äußerst selten (Fig. 2). An dem dem Achsenzylinder entgegensetzten Pole

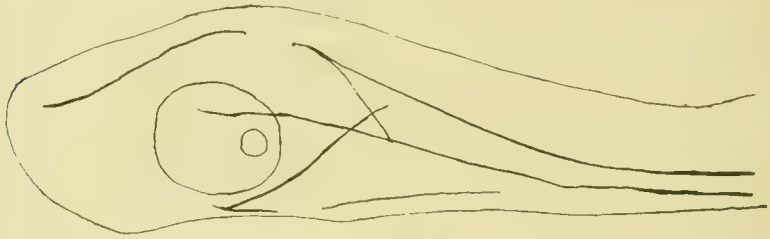


Fig. 2.

werden die Maschen weiter, die Fibrillen scheinen hier dünner zu werden und sind hier auch sehr schwer zu verfolgen.

Diese Bilder, die ich mit der Apathyschen Nachvergoldungsmethode erhielt, lassen sich auch bei Anwendung der neuen Silberimprägnation von Cajal feststellen, die nach der Apathyschen Methode hergestellten Präparate liefern aber viel deutlichere Bilder.

Auch an diesen Präparaten habe ich, ebenso wie an den mit Methylenblau gefärbten, vergebens nach Verbindungen zwischen den Zellen vermittelst Fibrillen gesucht. Die Fibrillen jeder Zelle bilden immer ein geschlossenes Netz und kommen alle aus derselben durch den Achsenfortsatz hervor. Ob im Neuropil Anastomosen gebildet werden, ist schwer zu entscheiden, da es im Gewirre der Fibrillen ganz unmöglich ist, einzelne Fibrillen auf längere Strecken zu verfolgen.

Die Neuroglia.

In der wertvollen Monographie über das zentrale Nervensystem der Acephalen von Rawitz finden wir die Meinung ausgesprochen, daß das Nervensystem der Acephalen des Gliagewebes gänzlich entbehrt, es sollen nach Rawitz in den zentralen Ganglien der Acephalen keine den Neurogliazellen, der Vertebraten homologen Zellen zu finden sein, überhaupt kein Bindegewebe. Dagegen vermutet Friedenfelt, daß gewisse kleine Zellen, die sich durch ihren „geschwänzten“ Kern auszeichnen, den von Kollmann und Thiele beschriebenen Spindelzellen des Bindegewebes der Lamellibranchier

ähnlich und als Bindegewebe (Neuroglia)-Zellen zu betrachten seien. Rawitz betrachtete auch diese Zellen als nervöse Gebilde. Die Existenz der Neurogliaelemente der Lamellibranchier ist demnach noch eine offene Frage.

Meine Untersuchungen lassen mich, dank den neuen angewandten Methoden, neue Tatsachen nach dieser Richtung hin feststellen. Die Existenz von Bindegewebselementen läßt sich mit Hilfe der Apathyschen Methode in unzweideutiger Weise feststellen. Man kann nicht nur die Neurogliazellen selbst, der Lage ihrer Kerne nach, leicht erkennen, sondern auch die aus diesen Zellen entspringenden Neurogliafasern lassen sich auf lange Strecken hin sehr gut verfolgen. Die Neurogliazellen kann man ihrer Lage und dem Verlauf ihrer Fasern nach in drei Gruppen einteilen. Die einen liegen noch außerhalb der Ganglien auf der homogenen gelatinösen Hülle; wir wollen sie äußere Gliazellen nennen. Die zweite Art der Neurogliazellen liegt im Inneren des Ganglions, in der äußeren d. h. in der Zellenschicht desselben; sie sind meist spindelförmig und dringen mit ihren Ausläufern zwischen die Nervenzellen hinein; ihrer Gestalt wegen will ich sie spindelförmige Gliazellen nennen. Die dritte Art der Zellen wird nur im Neuropil gefunden, sie bilden die Neuropils-Gliazellen.

Die äußeren Gliazellen (Taf. V. fig. 1) sind abgeplattete, sternförmig und auf der äußeren Fläche der gelatinösen Ganglionhülle ausgebreitet. Sie haben einen ellipsoiden Kern von 8 bis 12μ Länge und 2—4μ Breite, ihr Kern enthält gewöhnlich kein Kernkörperchen. Die dünnen flach ausgebreiteten Äste gehen an den Enden in feine Neurogliafasern über. Diese Fasern laufen teils auf der gelatinösen Hülle des Ganglions fort, so daß sie eine äußere Neurogliafaserschichte bilden, teils wenden sie sich dem Inneren des Ganglions zu, brechen die gelatinöse Hülle durch und verbinden sich mit den Fasern der im Inneren des Ganglions liegenden Neurogliazellen. Auf dem Wege durch die gelatinöse Hülle sind sie im Inneren derselben als leicht wellenförmig geschlängelte Fasern zu unterscheiden. Diese Art der Neurogliazellen von Anodonta entspricht den von Smidt für die Ganglien von Helix beschriebenen Hüllzellen. Dieselben treten auch an meinen mit der Apathyschen Methode gefärbten Präparaten der Ganglien von Helix sehr deutlich hervor. In meiner Arbeit über das zentrale Nervensystem von Helix habe ich dieselben nicht mit in Betracht gezogen, da sie

außerhalb der Ganglien liegen. Ich habe auch einige Male mit der Golgi'schen Methode Versuche angestellt, die Zellen zu imprägnieren, und sie mit den Bildern von Smidt vergleichen zu können. Bei Anodonta gelang mir aber die Imprägnation derselben niemals.

Die zweite Art der Neurogliazellen, die Spindelzellen, sind am zahlreichsten, wir finden dieselben im Inneren des Ganglions in dessen Zellenschichte. Diese Zellen sind von spindelförmiger Gestalt und haben einen langgestreckten Kern von 8—10μ Länge und 2—4μ Breite. Der Kern selbst ähnelt sonst seiner Struktur nach dem Kerne der Ganglienzellen, er enthält gleichfalls ein rundes sehr deutliches Kernkörperchen. Die langgestreckte Form der Kerne und der an den Apathyschen Präparaten deutlich wahrnehmbare Zusammenhang der Zellen mit den Gliafasern läßt leicht die neurogliöse Natur der Zellen erkennen. Der schmächtige Protoplasma-Körper dieser Zellen läuft gewöhnlich in zwei deutliche Ausläufer aus. Die Ausläufer wenden sich entgegengesetzten Richtungen zu, die Zellen selbst liegen radiär zur Oberfläche des Ganglions, öfters zu mehreren zusammen, so daß sie kleine zwischen die Nervenzellen eindringende Säule bilden (Taf. V. fig. 2). Von ihren Fortsätzen begibt sich der eine zur äußeren Fläche des Ganglions, der andere in der Richtung zum Neuropil.

Der sich nach außen ziehende Fortsatz dringt in radiärer Richtung bis zur inneren Fläche der gelatinösen Hülle des Ganglions; hier angelangt, biegt er von dieser Richtung ab und läuft weiter an dieser Fläche entlang. An tangentialen Schnitten läßt sich diese Schicht der Neurogliafasern leicht feststellen. Manche Fasern dieser Schichte dringen ins Innere der gelatinösen Hülle ein und verbinden sich in derselben mit den Gliafasern der äußeren Hülle. Auf diese Weise bilden die Gliafasern der beiden beschriebenen Zellenarten zwei zusammenhängende Faserschichten, die die gelatinöse Hülle beiderseits bedecken, zwischen ihnen bestehen aber die beschriebenen Verbindungen.

Die nach innen gerichteten Fortsätze der Spindelzellen winden sich zwischen den Ganglienzellen hindurch und gelangen endlich ins Neuropil. Auf ihrem Wege zwischen den Nervenzellen zweigen sich von ihnen mehrere Seitenäste ab und verbinden sich unter einander zu dem die Ganglienzellen und ihre Verästelungen tragenden Gerüst. Im Neuropil angelangt, treten sie in Verbindung mit der darin gelegenen dritten Art von Gliazellen

und nehmen bedeutenden Anteil an der Bildung des Neuropils. Der Zusammenhang der zwischen den Ganglienzellen gelegenen Zellen mit dem Fasernetze, welches die gelatinöse Schichte umgibt, läßt keinen Zweifel über die neurogliöse Natur dieser Zellen zu. Dieselbe wird auch bestätigt durch ihr Verhalten bei der Methylenblaufärbung. Während die Ganglienzellen schon nach 6 bis 8 Stunden gefärbt erscheinen, färben sich diese Zellen erst nach 20—24 Stunden, also in einer Zeit, wo alle die Nervenzellen bereits wieder gänzlich verblaßt sind. Ihre Ausläufer bleiben dabei ganz farblos, lassen sich aber, besonders an frisch beobachteten Präparaten, leicht auffinden, da sie infolge ihres starken Lichtbrechungsvermögens als glänzende Fasern im mikroskopischen Bilde auffallen.

Die dritte Art der Neurogliazellen finden wir ausschließlich im Neuropil. Sie zu erkennen, ist umso leichter, als man im Neuropil keine anderen Zellen findet. Diese Zellen sind die größten von allen Gliazellen, haben einen meist unregelmäßig gestalteten Kern, der durch das in diesen Zellen angesammelte orangefärbige Pigment ganz an die Peripherie der Zelle verschoben ist. Das angehäufte Pigment verursacht die starke Volumzunahme der Zellen, nur eine dünne periphere Schicht des Protoplasmas bleibt pigmentfrei. In dieser Schichte finden wir ein engmaschiges Netz der zur Zelle gehörenden Gliafasern. Diese Fasern, die in der Zelle selbst durch feine Fäserchen untereinander verbunden sind, verlassen die Zelle und münden, verschiedene Richtungen einschlagend, ins Neuropil. Man kann diese Fasern leicht von einer Gliazelle des Neuropils in eine andere verfolgen. Diese Zellen hat Rawitz richtig beobachtet und sie „Schaltzellen“ genannt, er betrachtete sie aber als Nervenzellen. Am Beginn meiner Untersuchung war ich auch der Meinung wie Rawitz, und da man zwischen diesen Zellen eine ganze Masse von direkten Verbindungen sieht, glaubte ich einen neuen Befund zu haben, der gegen die Neuronenlehre sprach. Nachher ist es mir aber gelungen die Neurogliafasern von den Neurofibrillen färberisch zu differenzieren und ich habe die bindegewebige Natur dieser Zellen anerkennen müssen. Es wäre aber auch möglich, daß diese Zellen ein ähnliches Übergangsstadium von den Ganglienzellen zu den Gliazellen bilden, wie die von Apathy genau untersuchten Leydigschen Zellen der Hirundineen.

„In denselben“, sagt Apathy, „treten die leitenden Primitivfibrillen noch mehr zurück und das Glianetz gewinnt die Oberhand“. Diese

Vermutung würde dann gänzlich bewiesen sein, wenn es gelänge in diesen Zellen noch Neurofibrillen nachzuweisen. Dies ist mir aber niemals gelungen.

Die Struktur der Nervenstämme.

Die peripherischen Nerven und die Ganglien verbindenden Konnektive haben bei Anodonta ganz dieselbe Struktur. Die gelatinöse Hülle des Ganglions geht auf dieselben bei ihrem Ursprung aus dem Ganglion über und ist selbst bei sehr dünnen Nerven (von einigen μ Dicke im Durchmesser) noch deutlich sichtbar. Was die zelligen Elemente der Nerven betrifft, so finden wir zwei Arten derselben: Die einen Zellen färben sich leicht mittels Methylenblau und sind gleich als Ganglienzellen zu erkennen, die anderen haben ganz dieselben Kerne, wie die spindelförmigen Zellen der Neuroglia in den Ganglien und stehen in innigem Zusammenhang mit den Bindegewebsfasern der Nerven: dies sind auch die Bindegewebszellen der Nerven.

Die Ganglienzellen der Nerven sind ausschließlich bipolare Zellen. Ihre an den beiden Polen entspringenden Fortsätze sind meistens an Dicke ganz gleich und verlaufen am häufigsten in ganz entgegengesetzter Richtung. Es finden sich aber manchmal auch Zellen, deren beide Fortsätze man bei genauer Verfolgung im Nerv, in derselben Richtung verlaufen sieht. In diesen Fällen ist die Zelle selbst, oder einer der Fortsätze V förmig gekrümmt. Öfters finden sich Ganglienzellen an den Teilungsstellen der Nerven.

Die anderen zelligen Elemente der Nerven sind die Neuroglia-Zellen. Ihrem Bau nach stehen sie den spindelförmigen Zellen der Ganglien sehr nahe. Über die Gestalt dieser Zellen läßt sich auf Grund der gefärbten Schnitte nur wenig sagen, die Imprägnation derselben gelingt hier ebensowenig wie in den Ganglien selbst. In dem Körper dieser Zellen lassen sich dagegen äußerst leicht Gliafasern differenzieren. Die Fasern laufen von einer Zelle zur anderen und umspinnen in verschiedenartigen Richtungen die Bündel der Nervenfasern. In den großen Nerven findet man immer einige Zellen an der Peripherie, von diesen ziehen ins Innere der Nerven bindegewebige Scheiden, die im Nerven ganze Septen bilden (Taf. V. fig. 3). Diese Septen werden einerseits von den Glia-Nervenfasern, andrerseits auch von den zwischen den Nervenfasern gelegenen inneren Gliazellen gebildet. Von den Hauptsepten spalten

sich weiterhin zahlreiche Lamellen ab, welche die ganze Masse der Fasern in Bündel einteilen. Der Querschnitt eines Nerves von Anodonta ist also ganz ähnlich dem Querschnitte eines Nerves von Helix, wie ich ihn aus meinen Präparaten kenne und wie er richtig in Schneiders „Vergleichender Histologie“ abgebildet ist. Ich möchte noch hervorheben, was vielleicht in Schneiders Abbildung nicht klar genug zu sehen ist, daß die Septa und die Lamellen sowohl bei Helix wie bei Anodonta nicht nur aus einer protoplasmatischen Masse gebildet sind, daß in denselben vielmehr immer auch ganz deutliche längs- und querverlaufende Gliafasern sich befinden. Die Nervenfasern, die an Methylenblau-Präparaten leicht zu untersuchen sind, scheinen in Bündeln ganz parallel zu laufen, doch konnte ich deren Verbindungen im Nerv niemals konstatieren.

Ich habe in allen Nervenstämmen vergebens nach den von Apathy als „Nervenzellen“ beschriebenen Gebilden gesucht. Die Existenz derselben müßte ja für die Nerven konstant sein, wenn ihnen die von Apathy zugemutete Funktion der Nervenfibrillenbildung wirklich zufiele. Ich muß betonen, daß ich solche Zellen weder bei Anodonta noch bei Helix und den Tunicaten gefunden habe.

Die beschriebene Struktur der Nerven bezieht sich hauptsächlich auf die größeren Stämme und die Konnektive, die kleineren sind im allgemeinen ähnlich gebaut, sie haben jedoch keine Septen und ihre Gliazellen liegen fast ausschließlich an der Peripherie der Nerven. Deutliche feine Scheiden kommen aber auch an diesen Nerven stets vor.

Untersuchungen an Tunicaten.

Das zentrale Nervensystem der Tunicaten wird hauptsächlich durch ein großes Ganglion gebildet, das zwischen den beiden Siphonen gelegen ist. Als Untersuchungsmaterial habe ich anfangs Ciona intestinalis benützt, nachher die großen Larven von Distaplia magnilarva, auf welche Prof. Julin, der zu gleicher Zeit, als ich in der Neapeler Station arbeitete, meine Aufmerksamkeit gelenkt hat. Er war auch so freundlich, mir einige dreißig Stück aus seiner Kultur zur Verfügung zu stellen. Das Material von Distaplia erwies sich viel günstiger, als das von Ciona. An Ciona habe ich mit allen möglichen Methoden mit der Golgischen mit der Cajalschen, mit der Methylenblaufärbung mit der Apathyschen Nachvergoldungs-

Methode Versuche angestellt, jedoch ohne Erfolg. Bei Distaplialarven gelang es mir nur mit der Nachvergoldungsmethode Neurofibrillen zu differenzieren.

Seit den Arbeiten von van Beneden und Julin und seit der Arbeit Nansens finden wir keine neueren Arbeiten über das zentrale Nervensystem der Tunicaten. Es schien mir also wünschenswert, diese Gruppe in den Bereich der Untersuchungen zu ziehen. Die Untersuchungen scheiterten zum größten Teil an der Resistenz des Materials gegen die Untersuchungsmethoden.

Als einziges Resultat kann ich nur die Feststellung der Existenz der Neurofibrillen sowohl im Nerv, wie in Ganglion selbst anführen. Die zwei Abbildungen (Taf. V. fig. 4 i 5) lassen die Art und Weise des Fibrillenverlaufs in den Nerven erkennen. Die Fibrillen einzeln im Ganglion zu verfolgen, war mir nicht möglich, ihr Verhältnis zu den Zellen, die hier äußerst klein sind, ließ sich nicht entziffern. Ich möchte aber einen Umstand hervorheben, der auch aus den Abbildungen zu ersehen ist, und der, wie es mir scheint, nicht ohne Bedeutung ist. Die Nerven der Larven von Distaplia enthalten in dem Stadium der Entwickelung, auf dem ich sie untersucht habe, keine Zellen. Auf Serien-Schnitten läßt sich dies aufs deutlichste feststellen, es treten auch keine Bindegewebszellen an die Nerven heran. Bei erwachsenen Individuen finden wir aber in jedem Nerv eine ganze Menge von Zellen. Dieselben müssen hier also später eingewandert sein. Dieser Umstand scheint mir in hohem Grade gegen die Theorie der Entstehung der Nerven aus Zellenketten zu sprechen; man wäre sonst gezwungen anzunehmen, daß in diesen Nerven alle die primären nervenbildenden Zellen spurlos zugrunde gegangen seien. Ich glaube also, daß diese Bilder der Nerven der Distaplia-Larven in hohem Grade zu Gunsten der Auswachsungstheorie sprechen. Die Annahme dieser Art der Nervenentstehung hat auch durch die hervorragenden experimentellen Untersuchungen von Harrison neue Begründung erhalten.

Untersuchungen an Echinodermen.

Ein weiteres Objekt meiner Studien war als Repräsentant der Echinodermen die kleine Holoturie Synapta. Die Präparate wurden wieder hauptsächlich in derselben Weise behandelt, wie die von Anodonta und von Tunicaten, d. h. mit der Apathyschen Nachvergoldungsmethode. Im großen periösophagealen Nervenring der-

selben, sowie auch in den radiären Nervenstämmen treten bei der Nachvergoldung Neurofibrillen hervor. Das Bild der Neurofibrillen wird aber in hohem Grade durch die sich mitfärbenden Gliafasern verwischt. Es gelang mir nicht, eine färberische Differenzierung der Neurofibrillen und der Gliafasern in der Weise, wie z B. bei Anodonta zu erreichen. Während man die dickeren Gliafasern leicht als solche ihrem charakterischen Verlaufe nach erkennen kann, ist man bei den dünneren immer im Zweifel. Dieser Umstand gestattet auch nicht die Verhältnisse der Neurofibrillen zu den Zellen zu erkennen, da die kleinen Zellen von einem dichten Glia- und Neurofibrillen-Gitter umsponnen sind.

Aus dem anatomischen Institut der Jagellonischen Universität in Krakau.

Figurenerklärung.

Fig. 1. Äußere Gliazellen des Ganglions, der gelatinösen Hülle anliegend. Zeiss Imm. 2 mm. Comp. oc. 6.

Fig. 2. Ein Stück der peripheren Schicht des Ganglions. G. H. Gelatinöse Hülle, Nz. Nervenzellen, Glz. Gliazellen.

Fig. 3. Ein Stück eines größeren peripheren Nerven. G. H. Gelatinöse Hülle, Glf. Gliafasern.

Fig. 4. i 5. Die Abschnitte von Ganglien einer Distaplia Larve. Nf. Neurofibrillen.

Literatur.

Apathy. Das leitende Element des Nervensystems. Mitteilungen der zoolog. Station zu Neapel Band 12. 1897.

Bethe. Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Leipzig 1903, in der alle seine früheren Arbeiten zusammengestellt sind.

Bielschowski. Die Silberimprägnation der Fibrillen. Neurolog. Zentralblatt B. 22, 1904.

Boeke. On the structure of the light percepting cells in spinal cord. Koninklijke Akademie van Wetenschapen. Amsterdam, 1902.

Cajal. Un sencillo metodo di coloracion electiva del reticulo protoplasmatico. Trabajos de laboratorio di investig biolo. Madrid, 1903.

Friedenfelt. Das zentrale Nervensystem von Anodonta. Biologisches Zentralblatt B. 17, 1897.

Joris. A propos d'une nouvelle méthode de coloration des neurofibrilles. Bull. de l'acad. Royal de Médicine de Belgique T. XVIII, 1904.

Joris. Nouvelles recherches sur les rapports anatomiques des neurones. Memoires couronnées de l'academie Royale de médecine de Belgique, 1903.

Nansen. The structure and combination of the histological elements of the central nervous system. Bergens Museums Reports, 1888.

Rawitz. Das zentrale Nervensystem der Acephalen. Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. Band 20. 1887.

Schneider K. Vergleichende Histologie. Wien, 1904.

Smidt H. Über die Darstellung der Begleit- und Gliazellen von Helix. Archiv für Anatomie Band 55. 1900.

van Beneden. Le système nerveux central des Ascidies. Archives de Biologie, vol. 5. 1884.

van Beneden et Julin. Recherches sur la morphologie de tuniciers. Arch. de Biologie, vol 6. 1886.

---

11. Mme CAROLINE REIS. **Przyczynek do morfologii Kostek Webera i pęcherza pławnego sumowatych.** ***(Contribution à la morphologie des ossicules de Weber et de la vessie natatoire chez les Siluroides nebulosus).*** Mémoire présenté par M. J. Nusbaum m. c.

(Planche VI).

La chaîne d'osselets qui réunissent l'organe de l'ouïe avec la vessie natatoire, fut pour la première fois décrite par Weber dans son oeuvre: „De aure animalium aquatilium" (1820). Il les examina chez les Cyprinoïdes et chez les Siluroïdes avec une grande exactitude, mais il les interpréta faussement comme homologues des ossicules auditifs des Mammifères et leur donna en conséquence les noms: stapes incus malleus, claustrum.

Les auteurs suivants ont constaté l'existence de ces osselets chez d'autres familles de poissons: Bar chez les Gymnotides (1835), Heusinger chez les Characinides (1826). Tous deux aussi bien que Cuvier et Duvernoy dans: „Les leçons d'Anatomie comparée (1846) confirment l'homologie de l'appareil anditif chez les poissons avec celui des Mammifères.

En même temps quelques autres auteurs comme: Geoffroy St. Hilaire (1824) et d'après lui Meckel (1824) ont constaté que les osselets anditifs sont formés de pièces des arcs supérieurs des trois premières vertèbres. Néanmoins ils avaient sur la nature particulière des osselets auditifs des opinions erronées. Dans la seconde moitié du siècle passé, deux auteurs: August Müller (6) et Baudelot (1), indépendamment l'un de l'autre, ont trouvé que chez les poissons les pièces en question prennent naissance des arcs supérieurs et inférieurs des vertèbres. Les études qui ont paru plus tard sur les différentes familles et espèces de poissons ont confirmé cette hypo-

thèse, mais les noms donnés par Weber y ont été conservés. C'est d'abord Bridge et Haddon (3) qui pour éviter toute confusion avec les osselets de l'ouïe des Mammifères proposent le changement suivant dans la nomenclature: „scaphium“ au lieu de stapes eu égard à sa forme d'un coquillon; „intercalarium“ au lieu de incus à cause de la position qu'il occupe entre le stapes et le malleus; enfin „tripus“ au lieu de malleus parce qu'il a trois appendices. Le nom du quatrième osselet claustrum peut être conservé puisqu'il manque aux Mammifères.

Malgré les nombreux efforts faits pour déterminer avec certitude la signification morphologique de chacune de ces pièces, certaines questions et surtout celle de l'homologie du claustrum n'ont pas été encore résolues.

Les différentes hypothèses faites au sujet de l'origine du claustrum peuvent être ramenées aux cinq groupes cardinaux:

I Les claustra sont d'après Sorensen (12) l'os commisural (qui ferme en haut le canal de la moëlle épinière) de la première vertèbre, qui est pair et correspond aux ossa imparia chez l'esturgeon. Beaudelot les regarde comme un os intercrural partagé en deux [il ne dit pas s'il les regarde aussi comme homologues des ossa imparia].

II. Nusbaum (7) et Bridge (3) maintiennent l'opinion, que l'apophyse épineuse de la première vertèbre s'est transformée en claustra.

III. Sagemehl (9) affirme que les claustra viennent de la partie occipitale du crâne.

IV. Wright (14) considère les claustra commeé apophyse épineuse soudée avec les cartilages et cet ensemble serait, d'après lui, l'homologue des arcs intercalaires des Selaches.

V. D'après Bloch (2) enfin, les claustra dérivent des cartilages situés entre l'arc et la moëlle épinière (décrits par Scheel (10) chez les Salmonides).

La première, la troisième et la quatrième interprétation furent avec raison combattues par Bloch (2) S'appuyant sur les études de Scheel, il admet que les pièces dont on vient de parler sont homologues des cartilages qu'on rencontre chez les Salmonides, entre la moelle épinière et le Ligamentum longitudinale sup.

Mais cette interprétation de Bloch nous paraît peu fondée d'autant plus, que les études de Scheel et nos propres préparations anatomiques et microscopiques de l'Amiurus nebulosus ont donné des résultats bien

différents. Scheel (10) s'exprime ainsi: „Die vier ersten Wirbel tre-„ten vermittelst ihrer oberen Bogen und Dornfortsätze resp. ihrer „Rippen zum Gehörorgan in Beziehung". Des osselets auditifs, les claustra seuls dérivent de l'apophyse épineuse; l'opinion émise par Scheel témoigne qu'il les considéra avec Nusbaum comme l'apophyse épineuse transformée.

Les autres remarques de Scheel semblent confirmer cette opinion. Chez les Cyprinoïdes [Rhodeus], qui ont une plus grande affinité avec les Siluroïdes que les Salmonides [qui n'ont pas d'osselets auditifs], Scheel ne fait aucune mention des cartilages en question, au contraire il dit: Dorsal von letzterem verschmelzen die Knöch... eu „knöchernen Spitzen der Neurapophysen zu einem langen unpaar medianen Stück, welches dem Dornfortsatz anderer Teleostier entspricht". L'idée conçue par Bloch de comparer les claustra avec les cartilages mentionnés lui fut inspirée par l'observation suivante de Scheel: „Bei vielen Teleostiern [Anguilla, Conger Silurus, Esox, „Clupea u. a.] bilden nämlich die oberen Bögen indem sie zwischen „dem Nerwenzohr und dem dorsalen Längsband durch eine Quer-„brücke [qui résulte d'une soudure de ces deux cartilages] verbun-„den sind, einen doppelten Kanal je einen für das Rückenmark und für das Längsband".

Bloch s'appuyant sur cette observation incomplète de Scheel énonce l'opinion suivante: „Die Zusammengehörigkeit der vier Ostariophysen „Familien wird heutzutage niemand mehr bezweifeln wollen, so dass „also auch wenigstens an den vordersten drei Wirbeln jener Fische „die den übrigen 3 Ostariophysen Familien angehören das Vorhan-„densein des homologons zu der Verbindungsbrücke sehr wahr-„scheinlich sein wird".

Chez les Cyprinoïdes sus-indiqués, il n'ya pas de double canal et sur les coupes transversales de la colonne vertébrale de l'Amiurus, nous n'avons pas non plus trouvé l'existence de ce canal. Au contraire, nous avons constaté que la substance osseuse recouvre „hutartig", comme Scheel l'a décrit chez Rhodeus, les arcs supérieurs. Il faut alors discerner deux formes de jointure des arcs supérieurs chez les poissons comme le font Götte (4) et Grassi (5):

1) Les extrémités des arcs se soudent au dessus de la moëlle épinière et Lig. long. sup. en formant l'apophyse épineuse. (Cyprinoides Siluroides et c.)

2) Entre la moëlle épinière et Lig. long. sup. se trouve une

jointure osseusse (Salmonides, Clupeides, Esocides). Les études embryologiques résoudront dans l'avenir la question de l'homologie de ces deux sortes de jointures des arcs supérieurs. Ce qui est pour nous très important, c'est que ces deux auteurs confirment le fait qu'il n'y a pas un double canal chez les Cyprinoïdes resp. chez les Siluroïdes.

Enfin, il faut remarquer que l'illustration de gardon, que Sorensen (12) donne dans son ouvrage pour prouver l'existence des os commissuraux, est pour chacun qui a préparé les quatre premières vertèbres de la Carpe, l'affirmation de l'hypothèse de Nusbaum: que les claustra et les cartilages situés derrière eux sont les apophyses épineuses des trois premières vertèbres, apophyses qui se sont séparées des arcs, parce que ces derniers transformés, se sont réunis sur les flancs de la colonne vertébrale.

Nous avons trouvé les mêmes rapports chez les Siluroïdes. Nous sommes donc autorisés à regarder les claustra comme l'apophyse épineuse de l'arc de la première vertèbre.

Quant aux stapedes, tous les auteurs conviennent qu'ils répresentent les branches de l'arc supérieur de la première vertèbre.

En ce qui concerne les incudes, s'ils ne sont pas devenus tout à fait rudimentaires, on les regarde comme les branches de l'arc supérieur de la seconde vertébre. Ce n'est que Sagemehl (9), qui les interprète comme les côtes de la seconde vertèbre. Il est difficile de comprendre cette erreur, parce que la deuxième vertèbre a toujours un arc inférieur distinct et l'incus en forme d'un petit osselet au dessus, qui s'unit à la vertèbre au lieu où l'on trouve l'arc de la vertèbre normale.

Les mallei sont les branches de l'arc inférieur de la troisième vertébre. Les uns les considèrent comme les apophyses transverses, les autres comme des côtes. En absence de la côte, il est difficile de discerner si cette pièce est une apophyse transverse formée par la soudure de la partie basilaire de la côte avec la vertèbre ou si la côte elle-même a pris part à cette formation.

Nous croyons cependant, que l'existence d'une union mobile de malleus, sa forme et sa position auprès de la colonne verté brale iudique qu'il est plutôt une côte transformée, qu'une apophyse transverse.

Les quatre osselets se trouvent dans un espace lymphatique

nommé „fossa auditoria (Weber) et ils joignent l'organe de l'ouïe proprement dit avec la vessie natatoire.

L'organe de l'ouïe chez les Siluroïdes a la même structure que celui des Cyprinoïdes (Nusbaum 7). Les saccules se joignent par un canal transversal nommé „ductus endolymphaticus", dont la paroi postérieure sert d'origine à un petit sac impair „Saccus endolymphaticus. Celui-ci est placé dans la partie antérieure du „Cavum sinus imparis, qui est limité en bas par l'occipitale basilare, en haut et sur les côtés par l'occipitale laterale. Cette cavité impaire est tapissée par une couche délicate du périoste, qui se prolonge derrière le crâne couvrant l'espace lymphatique situé immédiatement derrière lui, entre la corde dorsale et la moëlle épinière. Cet espace lymphatique doit être homologue du ductus submembranacei" chez les Cobitides (Sidoriak 11).

En examinant une série de coupes transversales chez l'Amiurus, nous voyons que le revêtement de cet espace devient plus épais sur la ligne médiane de la paroi ventrale et dorsale. Il forme ensuite deux saillies qui se rencontrent au milieu de cette cavité et forment une cloison longitudinale qui sépare deux espaces lymphatiques nommés „Atria sinus imparis. Cette cloison, d'une épaisseur du diamètre des „Atria" voisins, s'élargit en haut de sorte qu'elle enveloppe la moëlle épinière en bas et des deux côtes. Cette cloison se compose d'un tissu conjonctif avec des fibres très denses et irrègulièrement croisées, fibres élastiques dispersées ça et là et de quelques vaisseaux sanguins qui la traversent.

Outre cette cloison, les „Atria sinus imparis" sont entourés par les stapedes sur les côtés et les claustra en haut. Bien que Wright et d'après lui Bridge n'admette pas qu'il existe une relation entre les claustra et les atria, ce fait semble résulter cependant de l'examen de nos préparations. Les autres osselets, à savoir l'incus et le malleus, sont liés par un tendon avec le stapes et l'extrémité postérieure du malleus s'insère à la paroi antérieure de la vessie natatoire. C'est ainsi qu'est configurée la chaîne des osselets qui joignent l'organe de l'ouïe avec la vessie natatoire. Les osselets auditifs représentent comme nous l'avons déjà mentionné des parties des vertébres transformées afin d'accomplir plus facilement leur fonction physiologique.

La première vertèbre possède un corps très petit (comparé avec un corps normal). Les arcs inférieurs sont rudimentaires ; sur la

surface dorsale, il y a deux cavités articulaires pour les arcs supérieurs qui sont transformés en stapedes. Ceux-ci ressemblent à des coquillons, qui avec leur surfaces concaves se tournent vers „l'atrium sinus imparis“ et qui avec leurs bords postérieurs épaissis s'attachent aux incudes, en bas à la vertèbre et en haut aux claustra. Les claustra ont la forme d'un coquillon ovale [Wright 13 le decrit comme un triangle] avec un appendice long comme lui-même. Cet appendice est tourné en haut et s'unit avec l'apophyse épineuse de la seconde vertèbre qui est mise en avant.

Le corps de la deuxième vertèbre s'unit aux troisième et quatrième vertèbres, qui se sont soudées en une seule pièce; tout cela est analogue aux deuxième et troisième vertèbres chez la Carpe. Les arcs supérieurs de la deuxième vertèbre sont transformés en incudes qui ont la même forme que ceux de la Carpe L'incus s'unit par sa large base au stapes et la plus large de ses deux apophyses par un tendon au corps de la deuxième vertèbre. Les arcs inférieurs sont transformés en pièces ptérygoïdes, qui constituent des apophyses transverses de cette vertèbre.

La troisième vertèbre a des arcs typiques avec une apophyse épineuse, mais la forme des côtes est modifiée. Les côtes forment des osselets munis de trois appendices: *a*) l'appendice antérieur et supérieur qui se joint au stapes; *b*) l'appendice médian et articulaire qui s'adapte à l'échancrure entre la seçonde et la troisième vertèbre; *c*) l'appendice le plus grand et postérieur, qui est semilunaire, s'insère à la vessie natatoire.

La quatrième vertèbre est normale; ce ne sont que les arcs inférieurs qui, transformés en apophyses transverses forment comme ceux de la seconde vertèbre des pièces ptérygoïdes.

Les coupes transversales des premières vertèbres de l'Amiurus nebulosus montrent, que outre les canaux de la moëlle épinière et de la corde dorsale, il y a ici trois autres canaux: le canal de l'aorte et les canaux des reins.

Sorensen (12) trouva de conditions analogues chez les autres Siluroïdes et les interpréta ainsi: „le corps de la grande „vertèbre „antérieure [qui provient de la soudure de trois vertèbres 2-me, 3-me „et 4-me] est formé dans sa majeure partie par l'ossification de la „membrane externe de la vessie natatoire ...en outre la plèvre... „et la paroi de l'aorte doivent participer à la formation de la masse osseuse“.

Il appuya son interprétation sur les faits suivants:

1) La membrane externe a disparu „le long du corps de la grande vertèbre;“ la membrame interne „n'est revêtue que par un tissu ressemblant à du périoste“.

2) Dans la masse osseuse des vertèbres, on trouve une bande étroite de fibres qui ont la même direction que les fibres de la cloison transversale antérieure de la vessie natatoire [ce n'est qu'un fait isolé. Sorensen l'a trouvé seulement chez le Platystoma].

3) L'éxtrémité postérieure du malleus n'est revêtu que de la membrane interne (sur nos préparations, nous avons trouvé au contraire un renflement de la membrane externe à l'endroit où le malleus s'insére à la vesssie natatoire).

4) Il y a une crête transversale derrière le milieu de la grande vertèbre „qui constitue le bord supérieur de la cloison antérieure de même que la carène longitudinale celui de la cloison longitudinale“.

La masse osseuse des vertèbres est entourée d'un tissu conjonctif qui se trouve sous le corps et les arcs inférieurs des vertébres. Ce tissu prend part à la formation des cloisons longitudinale et transversale par l'union avec la paroi inférieure de la vessie natatoire.

Le fait que nous avons observé chez l'Amiurus nebulosus est favorable à l'hypothèse de Sorensen.

Il y a néanmoins beaucoup de preuves contre cette interprétation :

La membrane externe devient plus mince de dehors en dedans et finit évidemment avant la colonne vertébrale, tandis qu'elle devrait passer immédiatement dans le tissu qui entoure la masse osseuse des vertèbres.

2) Le canal de l'aorte s'ouvre devant l'extrémité autérieure de la vessie natatoire, sa paroi ne pourrait pas alors prendre part à cette ossification — et débouche derrière la place où la vessie est fixée à l'épine dorsale.

3) Les éléments étrangers, s'ils avaient pris naissance de la membrane externe, devraient former une masse unique, tandis que les éléments étrangers „se divisent en autant de morceaux qu'il y a de vertèbres au-dessus deux“. On peut „séparer chacune des vertèbres libres avec son attirail mais il est imposible de séparer une vertèbre de ses éléments étrangers“ (Sorensen).

Tout cela démontre qu'il n'était pas juste de la part de Sorensen de rejeter complétement la supposition que „les canaux des „reins et de l'aorte puissent avoir leur place dans les corps des „vertèbres chez les Siluroides".

D'autant plus qu'il y a des preuves que l'aorte et les cordons des reins peuvent traverser les corps des vertèbres. Chez les Cyprinoïdes, l'aorte et les cordons qui unissent la partie céphalique et la partie abdominale des reins passent sous la quatrième vertèbre entre les deux „Ossa suspensoria (Sorensen), qui sont formés de la partie basilaire des côtes de la quatrième vertèbre. Chez les Siluroïdes il se produit un plus grand accroissement des arcs inférieurs et des vertèbres qui s'unissant entourent les cordons des reins et l'aorte et forment trois canaux séparés l'un de l'autre, ce qui présente une évidente analogie avec les „Ossa suspensoria" chez les Cyprinoïdes.

La supposition que les parois de l'aorte et de la plèvre participent à la formation de la masse osseuse est improbable; le premier fait serait plutôt un phénomène pathologique ; quantau second, l'auteur même avoue qu'il n'est lui pas été possible d'en fournir la preuve.

Comme on le voit, il est très difficile de décider si la masse osseuse tire son origine des vertèbres mêmes ou de la membrane externe de la vessie. Les observations embryologiques pourront seules résoudre cette question. Il est probable que tous deux prennent part à la formation de ce très intéressant phénomène ; les vertèbres en formant les canaux autour de l'aorte et des reins, la membrane externe de la vessie en formant la couche susdite sous la grande vertèbre, qui se soude avec la masse osseuse des vertèbres pour fournir des soutiens à la fixation de la vessie natatoire.

La vessie natatoire de l'Amiurus nebulosus est cordiforme et homologue à la section postérieure de la vessie chez les Cyprinoïdes. La cloison longitudinale sus-désignée la divise en deux loges: droite et gauche, les deux cloisons transverses, en parties supérieure et inférieure. Le péritoine se joint à la membrane externe de la vessie jusqu'aux côtes. La paroi de la vessie est formée de deux membranes fibreuses nettement distinctes. La membrane externe se compose de deux strates d'un tissu conjonctif, qui ont la même structure et dont les faisceaux de fibres se croisent à angle droit. Les fibres de la couche externe sont circulaires; celles de l'interne ont une direction longitudinale. Chacune de ces deux couches se

compose de faisceaux de fibres régulières, parallèles, ça et là courbées en zigzag, placées dans une substance homogène, qui possède des noyaux en forme de bâtonnets ou de biscuits. Ces noyaux ont les granulations chromatiques placées d'ordinaire sur les deux pôles, plus rarement sur un pôle et jamais au milieu.

La membrane interne constitue une couche tapissée à l'intérieur d'un épithélium plat; elle est composée d'un tissu conjonctif, dont les faisceaux de fibres sont irréguliers et forment un réseau épais aux mailles irrégulières. Dans la membrane interne on trouve de nombreuses fibres élastiques qui se divisent dichotomiquement et des vaisseaux sanguins, les plus nombreux dans les endroits où se trouvent les cloisons dans l'intérieur de la vessie natatoire.

Ce travail à été exécuté à l'Institut d'Anatomie comparée de l'Université à Léopol, sous la direction de M. le Pr. Joseph Nusbaum.

Fig 1. Coupe transversale de l'Amiurus nebulosus dans la région des 2-me et 3-me vertèbres: a. aorte b. la cloison qui sépare les „Atria sinus imparis c. claustrum ch. chorda dorsalis, i. incus, m. malleus r. la moëlle épinière, sp. processus spinosus, at. Atria sinus imparis. Mikr. Zeiss. Oc. 2 S. a*o Cam. lucid.

Fig. 2. Les osselets auditifs de l'Amiurus neb.: c. claustrum, i. incus, m. malleus s. stapes. Mikr. Zeiss. Oc. 2, S. a*o, Cam lucid.

Fig. 3. Coupe transversale de l'Amiurus nebulosus dans la région des cloisons de la vessie natatoire. A. aorte, ch. chorda dorsalis, ex. la membrane externe de la vessie natatoire, in la membrane interne, r. la moëlle épinière. Mikr. Zeiss. Oc. 2, S. a*5, Cam. lucid.

Bibliographie.

1) Baudelot M. E. De la déterminaison des pièces osseuses qui se trouvent en rapport avec les premières vertèbres chez les Cyprins, les Loches et les Silures. Comptes. rendus de l'Acad. de Sc. Paris 1868 p. 330—334.

2) Bloch L. Schwimmblase, Knochenkapsel u. Weber'scher Apparat von Nemachilus barbatulus Günther. J. Zeitsch. f. Naturw. 1900 p. 1—61.

3) Bridge and Haddon. Contributions to the Anatomy of Fisches Proc. of the Royal Soc. 1889—1892.

4) Götte A. Beiträge z. vergl. Morph. d. Skeletsystems der Wirbelthiere Schulze's Mikr. Anatomie 1879 p. 117—147.

5) Grassi B. Beiträge z. näheren Kenntniss d. Entwick. d. Wirbelsäule der Teleostier. Morph. Jahrb. Gegenb. 1883 p. 1—797.

6) Müller A. Beobachtungen z. vergl. Anatomie d. Wirbelsänle Joh. Müllers Arch. f. Anat u. Phys. 1853.

7) Nusbaum I. Über das anat. Verhältniss zwischen d. Gehörorgane u. d. Schwimmblase d. Cyprinoiden Zool Anz. 1881 p. 552 et Kosmos 1882.

8) — Zur Morph. d. Saccus lymph. paravertebralis u. einiger anderen Lymphräumen zugleich ein Beitrag z. Kentniss d. Pleuroperitonäalhäute b. d. Knochenfischen Anat Anz. 1903.

9) Sagemehl M. Beiträge z. vergl. Anat. d. Fische. Morph. Jahrb. 1895.

10) Scheel C. Beiträge z. Entwickelungsgesch. d. Teleostier Wirbelsäule. Morph. Jahrb. 1893.

11) Sidoriak S. Przycz. do kwestyi wzajemnego stosunku organu słuchu i pęcherza pławnego u ryb piskorzowatych i karpiowatych. Kosmos 1900.

12) Sorensen W. Om Forbeninger i Svommbläreu, Pleura og. aortas Väg Sammensmelting deraf med. Hvivelsójlen särling hos Siluroiderne samt de saakaldte Weberske Knoglers morphologi Vid. Selsk Skrifter Kjöbenhavn 1890, VI.

13) Wright Ramsay. The relationship between the Air-bladder and Auditory-Organ in Amiurus Catus Zool. Anz. 1884.

14) Wright Ramsay. I. Playfair, Mc. Murrich, A. B. Macallum, Mc. Kenzie. Monography of Amiurus Catus. Proc. of Canadian Institute Toronto 1884 [Ref. Zool Jahresber. 1884.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą

Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

18 Marca 1905.

PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska
à Cracovie

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI. XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *Séances et travaux*, in 8-vo, 41 vol (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III, VI — XXXIII, 67 planches, vol I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1890. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*. 8-vo, 1889. — 4 k.

JUN
12.229

N° 3. MARS 1905.

BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITE
1905.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

JUN 12

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 3. **Mars** **1905.**

Sommaire: 12. M. VL. KULCZYŃSKI. Fragmenta arachnologica, II.
13 M. T. BROWICZ. Sur la fonction sécrétoire du noyau des cellules hépatiques.
14. M. M. P. RUDZKI. Remarque sur le mémoire de M. Denizot „Sur la théorie du mouvement relatif etc.".
15. M. K. WÓJCIK. Infraoligocène de Riszkania près de Uzsok.

Séance du lundi 13 Mars 1905.

Présidence de M. N. CYBULSKI.

12. M. VL. KULCZYŃSKI m. c. **Fragmenta arachnologica, II.**
(Accedit tabula VII).

V. De Araneo cucurbitino Clerck et nonnullis aliis araneis similibus.

Araneus cucurbitinus (Clerck) auctorum, nonnullorum saltem, duas certo continet formas, inter se proximas et, ni fallor, non nisi partibus genitalibus distinctas. Utrum pro speciebus propriis an pro subspeciebus modo habendae sint hae formae, nescio. Inter exempla Europaea, non pauca, quae in manibus habeo, marem saltem non ullum vidi, qui transitum inter eas efficiat (feminae difficilius distinguuntur); formas has itaque species esse censerem, nisi novissem *Araneum cucurbitinum* Madeirae insulae proprium; huius mas palporum fabricâ quodammodo medium tenet inter formas *Aranei cucurbitini* Europaeas, feminam eius vero ab alterâ earum, eâ quidem, quam *opisthographam* appellabo, distinguere nescio (non audeo tamen contendere, feminas Maderianas ab *A. opisthographo* revera nullâ re differre, duas enim eas modo vidi, mediocriter quidem conservatas). Ad tempus itaque formas has tres, Europaeas duas et Maderianam, ut subspecies proferam; investigationes futurae fortasse eas species veras esse demonstrabunt, fortasse inter varietates detrudent.

Qui sit typicus *Araneus cucurbitinus* Clerckii, difficilius est ad extricandum, mihi quidem, nescio enim, an ambae formae, de quibus agitur, Sueciam incolant; si incolunt ambae, certo a Clerckio

confusae sunt et nihil interest, utra earum pro typo speciei habeatur. *Araneum cucurbitinum typicum* eum appellabo, cuius solius exempla aliquot in Norvegiâ lecta et nomine *A. cucurbitini* Cl. signata, dono mihi dedit Cel. Embr. Strand; de hac enim formâ dubitari non potest, quin etiam in Sueciâ occurrat. Alterius subspeciei: *opisthographae*, quae in Poloniâ rarior est quam *A. cucurbitinus typicus* et meridiem versus, ni fallor, frequentior fit, exemplum Scandinavicum non vidi.

E descriptionibus *Aranei cucurbitini* ab auctoribus prolatis cognosci non potest, ni fallor, quas formas spectent. Qualem in modum per terras distributi sint *Araneus cucurbitinus typicus* et *ophisthographus*, investigationes futurae itaque demum demonstrabunt. Secundum exempla, quae in manibus habeo, *Ar. cucurbitinus typicus* incolit Galiciam, Poloniam Rossicam, Silesiam, Austriam Inferiorem, Tiroliam, Hungariam cum Transsilvania, Croatiam (Adriaticam), Istriam, Belgiam, Angliam, Norvegiam, *opisthographus* vero: Galiciam, Bohemiam, Austriam Inferiorem, Hungariam, Transsilvaniam, Croatiam (Adriaticam), Belgiam.

E speciebus *Araneo cucurbitino* similibus Europam inhabitat etiam *Araneus proximus* (Kulcz.), quem olim secundum marem a Dre B. Dybowski in Camtschadaliâ lectum descripsi[1]). Marem huius speciei in Norvegiâ captum dono mihi dedit Cel. Embr. Strand. *Araneus mediocris* (Kulcz.)[2]) probabiliter femina huius speciei est. Fortasse etiam in Galiciâ occurrit haec species: inter araneas in Galiciâ collectas, quas olim pro *A. cucurbitino* habui, inveni non solum exempla multa *A. opisthographi*, sed etiam marem et feminam *A. proximi;* parum probabile mihi videtur, exempla haec extra Poloniam lecta et casu quodam inter Polonica iniecta esse.

Alia species per orbem terrarum multo latius diffusa, quam arachnologis videtur, *Araneus Westringii* (Thor.) est; hic non solum Europam septentrionalem et mediam et Asiam septentrionalem, sed etiam Americam septentrionalem incolit: *Epeira displicata* Hentz, quam Cel. H. C. Mc Cook pro varietate *Aranei cucurbitini* habuit[3]), secundum exempla olim mihi a Dre G. Marx communicata adeo

[1]) *Epeira proxima* Kulcz. 1885. Araneae in Camtschadalia a Dre B. Dybowski collectae (Pamiętnik Wydziału matem.-przyrodn. Akademii Umiej. w Krakowie, vol. XI), pag. 19, tab. IX, fig. 1.

[2]) *Epeira mediocris* Kulcz. 1901 in: Dritte asiatische Forschungsreise des Grafen Eugen Zichy, vol. II, pag. 332, tab. XII, fig. 21.

[3]) Mc. Cook, American Spiders and their Spinningwork, vol. III, 1893, pag. 150.

parum differt ab *Araneo Westringii*, ut speciei propriae adscribi non possit. *Araneus Westringii* itaque *Ar. displicatus* (Hentz) 1847 appellandus est. *Epeira ornata* Blackw. nimis dubium synonymum huius speciei mihi videtur propter scapum epigynae, qui longus describitur [1]).

Praeter has species tres alii Europae incolae, *Ar. cucurbitino* similes, prolati sunt ab auctoribus: *Araneus alpicus* (L. Koch), *A. inconspicuus* (E. Sim.), *A. silesiacus* (Fick.) [2]). Prodibunt in lucem fortasse alii: Femina quaedam in regione Adriaticâ Croatiae capta et in „Araneae Hungariae... conscriptae a C. Chyzer et L. Kulczyński", vol. I, pag. 131, ut *Epeira cucurbitina* prolata, neque *A. cucurbitino*, neque, ni fallor, ulli e sqeciebus ad hoc tempus descriptis subiungi potest. Novo nomine, *A. croaticus* m., speciem hanc ornandam censeo, quamquam marem eius, eheu, non novi.

Quum omnes hae species inter se valde sint similes, notae vero, quae ad eas distinguendas utiles esse possunt, nondum exhaustae videantur, descriptiones earum aliquatenus supplendas censeo. Tacitum praeteribo *Araneum silesiacum* (Fick.), quem non novi et qui dubia species mihi videtur: secundum descriptionen scapi epigynae, qui latior quam longior esse et plicis transversis carere dicitur, araneam hanc pro exemplo nondum adulto *Ar. alpici* (L. Koch) habuerim. Attingam *Araneum Cossoni* (E. Sim.) [3]) Tunetanum, cuius feminam et marem (nondum descriptum), una cum exemplo typico *Ar. inconspicui* in montibus Pyrenaeis lecto, communicavit mihi Cel. E. Simon, fautor meus benignissimus, quem rogo, gratias meas maximas accipiat.

Mares.

Ad distinguendos mares specierum, de quibus agitur, — plurimorum saltem, — notas optimas stemma [4]) praebet. In palpo porrecto,

[1]) J. Blackwall, A History of the Spiders of Great Britain and Ireland, pag. 346.

[2]) C. Fickert, Verzeichniss der schlesischen Spinnen (Zeitschrift für Entomologie, Breslau, 1876) pag. 70.

[3]) Exploration scientifique de la Tunisie. Étude sur les Arachnides... Paris 1885, pag. 23.

[4]) Brevitati studens, organum copulationis maris, parti tarsali insertum, „stemma" (stema Mengei) appellabo; ut autem talia loquendi genera dura et inepta, ut „pars apicalis partis basalis" cet. evitem, partem eam stemmatis, quam Menge partem basalem nominavit, Cel. E. Simonium sequens, bulbum dicam.

desuper viso, e stemmate bulbus solus conspicitur, in spiram contortus, striatus, scutum paene aequabiliter convexum, paullo oblongum formans. Apex partis huius latus anticum stemmatis et latus anticum exterius occupat, foras et retro plus minusve productus, plerumque corneus et obscure coloratus. Cum anfractu apicali bulbi, prope apicem intus, pars quaedam plerumque coniungitur, plus minusve membranacea, quam conductorem emboli appellabo, quamquam non satis mihi persuasum est, partem hanc revera conductorem esse. Pars „terminalis" stemmatis e tribus constat processibus, subter in bulbo sitis; eorum duo in latere interiore initium capiunt, foras fere directi sunt; e processibus his posterior embolus est, anteriorem processum phylloidem appellabo; processus tertius, lateri exteriori et basi bulbi propior, intus directus, plus minusve anteriora versus curvatus, manifesto „retinaculum" (Menge) quoddam est. In stemmate ab imo viso processus tres commodo commemorati in eius parte anteriore conspiciuntur, basis emboli et processus phylloidis plerumque margine laminae tarsalis, basis retinaculi vero conductore emboli et apice bulbi plus minusve occultatur; in fronte processuum et in latere exteriore anfractus apicalis bulbi conspicitur.

Araneus cucurbitinus typicus, opisthographus, maderianus, A. Cossoni, proximus, displicatus formâ bulbi inter se similes sunt valde et insigniter eâ differunt ab *A. alpico* et *A. inconspicuo.*

Aranei cucurbitini typici (fig. 1) „retinaculum" spina est cornea, apicem versus fortius indurata et obscurior, quam in parte basali, gracilis, a basi apicem versus parum inaequabiliter angustata, apice acuta, inaequabiliter curvata: a basi intus (et paullo retro) directa, paullo pone medium subito anteriora et paullo interiora versus flexa, prope apicem leviter interiora versus curvata. In parte basali leviter scabrum est hoc retinaculum, in apicali laeve, lineâ rectâ basim cum apice coniungenti dimensum ca. 0·30 mm longum; apex eius laminam tarsalem non attingit. Embolus, a parte inferiore visus, elongatus, a basi usque ad apicem paene aequabiliter angustatus, acutus, basi pallidus, apicem versus induratus et corneus. Processus phylloides totus pallidus, membranaceus, elongato lanceolatus fere, in parte basali angustior quam embolus, apicem versus primo leviter dilatatus, tum angustatus, apice obtusiusculus. Conductor emboli cum margine interiore anfractus apicalis bulbi, ante eius apicem, connatus, formam membranae crassiusculae habet, maximam partem sat mollis, paullo oblongae, foras et retro directae, recurvatae, late-

ribus fere parallelis, apice rotundatae. Margo apicalis conductoris deorsum reflexus est; pars haec reflexa extrinsecus in mediâ fere latitudine carinulâ ornatur corneâ brevi sat altâ, in longitudinem directâ, lateri antico, cui propior est, parallelâ. Margines conductoris anticus et posticus apicem versus item cornei sunt et extrinsecus paullo prominent (anticus saltem) ita, ut conductor certo situ (fig. 15) desinere videatur in denticulos tres corneos, quorum anticus et medius melius expressi sunt et spatio minore inter se distant quam denticulus medius a postico. Anfractus apicalis bulbi ab imo adspectus crasse falciformis videtur, apice acutus; revera anfractus hic in parte anticâ bulbi triqueter est, margine antico superiore acuto, antico inferiore crasso, obtuso, quasi tumido, sed ultra reliquas partes bulbi non prominenti, quum ab imo adspicitur. Partem exteriorem versus margo anticus inferior, compressus, in carinam abit acutam, optime evolutam, aequabiliter arcuatam; carina haec cum margine antico superiore coniungitur non procul ab apice anfractus, qui itaque e triquetro omnino compressus, lamelliformis fit (fig. 11). Carinâ commemoratâ et marginibus anfractus area definitur fere semicircularis, concava, dense et subtiliter oblique striata similem in modum atque pars anfractus carinae et margini antico superiori interiecta; margo apicalis interior anfractus deorsum deflexus est. A parte exteriore inferiore summus apex anfractus obtusus videtur. Margo anfractus anticus superior in parte bulbi anticâ, acute excisus, dente ornatur parvo, formâ varianti, obtuso, foras directo.

Stemma maris, quem nomine *Aranei Cossoni* signatum communicavit mihi Cel. E. Simon, nullâ re a stemmate *A. cucurbitini* differre mihi videtur, nisi carinâ anfractus apicalis bulbi, non aequabiliter fere curvatâ, sed in angulum latum acutum fracta (fig. 13). Dens, quo margo anticus superior anfractus apicalis ornatur, in altero palpo exempli huius sat bene evolutus, in altero fere nullus [1]).

Aranei cucurbitini opisthographi (fig. 2) embolus et processus phylloides eâdem fere sunt formâ atque in *typico*, processus phyl-

[1]) Aranea haec non solum formâ stemmatis sed etiam omnibus aliis partibus adeo similis est *A. cucurbitino typico* (sternum eius non obscurius coloratum est quam coxae, metatarsi anteriores non differunt armaturâ a metatarsis *A. cucurbitini*), ut addubitari possit, an revera sit mas *Aranei Cossoni*, cuius femina — etiam simillima *A. cucurbitino typico* — ab eo armaturâ metatarsorum anteriorum insigniter differt.

loides modo fortasse apicem versus minus evidenter angustatus, apice magis obtusus, obscurior apicem versus; differunt: retinaculum, conductor emboli, anfractus apicalis bulbi. Retinaculum spinam similem quidem format, sed longiorem , ca. 0·40 mm longam (in palpo non distorto apex retinaculi fortasse constanter margine laminae tarsalis occultatur), fere aequabiliter et minus fortiter curvatam, apicem versus non aut vix sinuatam; non aequabiliter a basi ad apicem attenuata est haec spina, sed medium versus subter leviter tumida, evidentius et in maiore parte scabra. Conductor emboli ut in *A. cucurbitino typico* situs, membraniformis, apicem versus incrassatus, apice acuminatus potius quam rotundatus et deflexus, exstrinsecus carinulâ corneâ simili ornatus, sed longiore; margo anticus conductoris, corneus, compressus, carinam alteram format, versus carinam mediam curvatam et in apice conductoris cum eâ coniunctam aut eam attingentem saltem; margo posticus anteriora versus curvatus, non induratus, in palpo ab imo viso dentem evidentiorem non format. Anfractus apicalis bulbi similis atque in *A. cucurbitino typico*, sed eius margo anticus superior in apice bulbi obtuse modo excisus est, dente itaque minus expresso ornatur (an constanter?); margo anticus inferior item tumidus, sed in parte exteriore evanescens, neque carinâ acutâ cum margine antico superiore coniunctus; deest itaque in apice anfractus huius cavum illud semilunare, margine elevato circumdatum, quo ornatur forma typica; pars cavo huic respondens prope apicem minus evidenter striata, loco ab apice magis remoto verum fortius et magis inaequabiliter quam in formâ typicâ plicata.

Araneus cucurbitinus maderianus (fig. 3) formâ retinaculi, ca. 0·40 mm longi, modice et paene aequabiliter curvati, sub marginem laminae tarsalis ingredientis, non differt fere a subsp. *opisthographâ;* modo minus evidenter tumidum est retinaculum medium versus. Conductor emboli contra fere eâdem est formâ atque in *A. cucurbitino typico,* quoniam margo eius posterior apicem versus sat late corneus in palpo ab imo viso prominet et dentem format manifestum; carina cornea, quâ margo anterior conductoris ornatur, fortius evoluta, quam in subsp. *typica* esse solet, et usque fere ad carinam mediam producta. Anfractus apicalis bulbi etiam similior parti respondenti *A. cucurbitini typici* quam *opisthographi*, carinâ acutâ ornatus tumorem subter situm cum margine externo coniungenti; carina haec in ambobus exemplis, quae vidi, paullo altior et fortius com-

pressa in parte basali quam in subsp. *typicâ*, in parte hac bene a tumore distincta, neque in eum sensim abiens. Pars anfractus carinae et apici interiecta acute plicata, sive carinulis tribus aut quatuor acutis, optime expressis ornata (an constanter?).

Araneus proximus fabricâ stemmatis (fig. 4) valde similis est *A. cucurbitino typico* et imprimis *opisthographo*. Retinaculum eâdem est fere formâ atque in *opisthographo*, sed longius, ca. 0·50 mm longum (apex eius difficilius conspicitur, in palpo non distorto enim laminâ tarsali occultatur), parte apicali sat brevi exceptâ scabrum. Conductor emboli similem in modum atque in prioribus cum anfractu apicali bulbi coniunctus, magnam partem membranaceus, apicem versus incrassatus, latere antico, quum ab imo adspicitur rotundato-dilatato; apicem versus margo hic corneus, in carinam acutam compressus, cum parte marginis apicalis, item cornei et compressi, in angulum plus minus rectum coniungitur. In paginâ exteriore partis apicalis deflexae conductor emboli carinulâ ornatur corneâ, in longitudinem paullo oblique positâ, humili, minus quam in prioribus perspicuâ, et ad eam, lateri postico propius, dente corneo compresso triangulari altiore, proxime a latere antico verum carinulâ humillimâ, margini huic parallelâ, quae difficilius conspicitur. Certo situ apex conductoris quadridentatus videtur (fig. 14), denticulis duobus anterioribus humilibus, primo lato obtuso, secundo acuto, dente tertio maiore obtuso, quarto (postico) adhuc maiore et acuto. Anfractus apicalis bulbi ut in prioribus excisus sinu rectangulo fere; in parte interiore sinus huius non in carinam compressus ut in illis, sed crassus et in tuber elevatus (fig. 10), quod in palpo ab imo viso insigniter prominet; pone sinum margo compressus et acutus est. Tumor, in quem inflatus est margo anticus inferior anfractus apicalis, similis atque in *opisthographo*, in parte exteriore non productus in carinam.

Aranei displicati Europaei (*A. Westringii*) (fig. 5) retinaculum simile atque in prioribus, spinam format corneam, minus gracilem, modice curvatam, apicem versus similem in modum atque in *A. cucurbitino typico* sinuatam, modice compressam, in parte apicali magnâ laevem, in basali scabram, ca. 0·40 mm longam, laminam tarsalem non attingentem (an constanter?). Processus phylloides parum pallidior quam embolus, ab imo visus prope medium ca. 0·065 mm crassus, a basi medium versus levissime incrassatus, tum longius et fortius attenuatus, in apicem longum tenuem desinens, in

universum ab embolo crassitudine non multum differens [1]). A fronte visus processus phylloides (fig. 12) ubique ca. 0·065 latus, apice paullo oblique truncatus. Conductor emboli non cum margine interiore sive postico anfractus apicalis bulbi, sed cum eius latere inferiore connatus, maiore ex parte membraniformis fere, in parte posticâ incrassatus; magnam partem deorsum directus est conductor emboli, valde inaequalis; latus eius anticum valde breve, cum margine apicali, qui late concavus est, arcu lato coniunctum; latus posticum basi profunde concavum, apicem versus inaequabiliter fortiter convexum, cum margine apicali angulum format plus minusve acutum [2]). Carinis corneis in paginâ exteriore caret conductor emboli. Facilius quam retinaculi et conductoris formâ distinguitur *Ar. displicatus* a praecedentibus anfractu apicali bulbi; hic a fronte visus (fig. 12) multo minorem partem bulbi occupat quam in illis, laevis, neque striis obliquis in parte apicali ornatus, subter non tumidus. Pars apicalis anfractus huius ab imo visa rostrum format acutum, magis fere foras quam retro directum, latere postico fere in transversum, latere antico — parum curvato — paribus fere angulis retro et foras directo, quum in praecedentibus rostri, in quod desinit anfractus apicalis bulbi, apex retro aut magis retro quam foras directus et latus exterius arcuatum sit. Pars anfractus huius ab apice magis remota latior est extrinsecus, obtusa; inter partes: basalem latiorem et apicalem compressam anfractus hic dente aut angulo parvo ornatur in limite inter parietem externum et superiorem, qui dens melius a parte anticâ quam ab inferiore conspicitur.

Stemma *Aranei displicati* Americani non differt, ni fallor, a stemmate *Ar. Westringii* nisi denticulo anfractus apicalis bulbi melius evoluto (an constanter?; huius formae unum exemplum et *Aranei Westrigii* tria modo exempla vidi).

Aranei alpici (fig. 7) retinaculum spina est cornea, 0·50 mm saltem longa, parum aut vix curvata, quum ab imo adspicitur, in parte basali mediocriter compressa, scabra, in parte apicali fortiter compressa, laevis, paullo ante medium in latere antico ramo ornata brevi

[1]) Figura 5 nostra processum hunc a parte inferiore simulque paullo a fronte visum repraesentat.

[2]) In figura 5 latus anticum conductoris cum margine apicali in lineam sigmoideo curvatam coniungitur, latus posticum brevius videtur, quam revera est.

lato obtuso, fortiter compresso, scabro, parum divaricanti, cum corpore retinaculi, cui basi latâ adnatus est, sulcum profundum includenti; apex retinaculi sub laminam tarsalem ingreditur et eâ occultatur. Processus phylloides basi insigniter latior quam basis emboli (ca. 0·22 mm latus), paullo pone basim in latere antico subito angustatus, ceterum autem latitudine maximam partem subaequali (ca. 0·13 mm), ad apicem in latere antico leviter angustatus, apice truncatus et leviter emarginatus. Pars anfractus apicalis bulbi, quae in apice stemmatis conspicitur, formam fere dimidii disci utrimque concavi habet; paries externus disci huius (fig. 6), in longitudinem in arcum paullo inaequabilem curvatus, in transversum concavus est et transverse inaequabiliter non dense plicatus; margo disci anticus inferior corneus, compressus, extrinsecus dense oblique crenatus; prope ab apice processus phylloidis hic limbus crenatus evanescit et paries externus lamellâ ornatur corneâ; lamella haec fere semilunaris est, in margine apicali medio incisa, transverse posita, reclinata, basi deorsum curvatâ totam latitudinem parietis occupat. Conductor emboli similis atque in proribus deest.

Stemma *Aranei inconspicui* (fig. 8, 9) simillimum est stemmati *A. alpici*, sed minus et in partibus quibusdam quasi minus evolutum; retinaculum modo 0·35 longum, processus phylloides a fronte visus ca. 0·27 (in *A. alpico* ca. 0·45), latitudo maxima anfractus apicalis a fronte adspecti 0·40 (in *A. alpico* 0·60). Totum stemma desuper visum ca. 0·6 longum, ca. 0·4 latum est in *A. inconspicuo*, ca. 0·7 longum et 0·6 latum in *A. alpico*, margo inferior laminae tarsalis in illo 0·52, in hoc 0·63 longus. Cum longitudine suâ comparatum stemma latius est itaque et partes suae apicales maiores in *A. alpico*, quam in *A. inconspicuo*. Ad formam differunt paullo processus phylloides et lamella in pariete externo anfractus apicalis bulbi sita; ille, a fronte visus, a basi usque ad apicem fortius et fere aequabiliter angustatus est, apice, ni fallor, obtusus; lamellae commemoratae margo apicalis non incisus in medio.

Mares, de quibus agitur, differunt inter se ex parte formâ paracymbii. Haec appendix laminae tarsalis in *Araneo cucurbitino typico* foras et paullo retro directa est, subito sursum curvata, parte sursum directâ fortiter compressâ, apice vero in bullam subito dilatatâ deplanatam, in lateribus et ante prominentem, oblique positam: in partem interiorem inclinatam. Eâdem aut fere eâdem formâ est para-

sed plerumque in abdomen plus minusve impressum multo latius quam longius videtur; complanatum est, ca. 0·4 mm crassum, a parte inferiore visum a basi apicem versus modice dilatatum lateribus fere rectis, apice late rotundatum; a latere visum apicem versus paullulo angustatum, apice oblique rotundatum, latere postico fere recto. Paries inferior corporis in transversum convexus, transverse striatus, striis recurvatis. Pone, in apice epigynae, excisus est hic paries pro receptione scapi in sinum latum, brevem, circiter 0·08 mm modo longum. Supra, in pariete cum ventre contingenti, corpus epigynae in partes tres divisum est, mediam et laterales; harum utraque limbum format insigniter latum (ca. 0·15 mm), corneum, obscure coloratum, laevem, fere libratum, inaequabiliter incurvatum; pars media ad basim corporis aeque elevata atque partes laterales, in parte posteriore verum, multo maiore, plus minusve impressa ita, ut corpus epigynae hic foveâ ornatum dici possit hexagonâ, in lateribus optime, ante (basim corporis versus) vero parum definitâ, pone apertâ et scapo epigynae modo clausâ, ca. 0·23 longâ, 0·27 latâ. Fovea haec a parte latissimâ posteriora versus brevius et fortius angustata est quam anteriora versus. Scapus epigynae (fig. 25) valde brevis, ca. 0·23—0·26 latus, 0·16 longus (quum a parte posticâ adspicitur), usque ad partem apicalem deflexam latitudine aequali, transverse plicatus, apice late rotundatus et concavus ita, ut hic foveâ ornetur transversâ, aeque atque pars basalis scapi latâ. Scapi pars basalis sinum apicalem corporis replet et in eum ita impressa est, ut sub lente acutâ tantum distinguatur; prominet pars apicalis excavata sola.

Epigyne *Aranei Cossoni* omnino eâdem est formâ atque *Ar. cucurbitini typici.*

Aranei cucurbitini opisthographi femina adeo similis est formae typicae non solum aliis partibus sed etiam epigynâ, ut ab eâ difficilius distinguatur, imo occurrunt, quamquam raro, exempla, quae utri subspeciei sint subiungenda, vix decerni potest. Epigyna his modo rebus distincta mihi videtur: foveae, quâ paries superior corporis ornatur (fig. 20), latera plerumque arcuata potius quam in angulum fracta, fovea itaque rotundata potius quam hexagona, in parte mediâ fere, neque in posteriore latissima (nota parum perspicua et non satis constans), posteriora versus non aut parum fortius angustata quam anteriora versus. Scapus (fig. 23, 26) longior: aeque latus ac longus aut longior quam latior (ex. gr. 0·24 mm longus

et latus; 0·27 lg., 0·24 lat.; 0·24 lg., 0·19 lat.; 0·31 lg., 0·21 lat.), formâ varians; quum aeque longus est ac latus, pone basim latissimus, basim et apicem versus leviter angustatus, parte apicali concavâ manifesto angustiore quam pars basalis; si longior est, latitudine parum inaequali esse solet; saepissime minus impressus est scapus in sinum apicalem corporis et pars eius basalis facilius conspicitur a latere quam in priore; ultra corpus epigynae non solum apex excavatus, sed etiam pars quaedam ei vicina prominet plerumque. Corpus epigynae plerumque plus minusve deorsum directum est in hac subspecie, in formâ typicâ vero plerumque ventri adpressum.

Feminam *Aranei cucurbitini maderiani* ab exemplis subsp. *opisthographae* (scapo epigynae brevi ornatis) distinguere nescio.

Paries superior epigynae etiam in *Ar. displicato* (et *Westringii*) et *croatico* sulcis duobus longitudinalibus divisus est in tres partes, quarum lateralis utraque limbum similem format atque in *Ar. cucurbitino;* pars media apicem versus dilatata lateribus plus minusve rotundatis. In *Ar. displicato* (fig. 19) pars media, tota cornea, etiam plana est et aeque atque laterales elevata, in parte posteriore sulco ornata longitudinali, vadoso aut profundiore, nonnunquam prope apicem corporis in ramos duos fortiter divaricantes diviso. Corpus epigynae ca. 0·45 longum, 0·52 latum, 0·35 crassum, ab imo visum (aut a fronte, plerumque enim deorsum directum est) lateribus paene parallelis, apice — cuius pars maxima scapo tegitur — leviter angustatum; a latere adspectum supra planum, apice oblique truncatum, margine apicali cum latere inferiore in angulum latum et rotundatum coëunti. Scapus (fig. 24) in angulo commodum commemorato initium capit, apice in foveam excavatus, ceterum in transversum subplanus, transverse striatus, utrimque limbo sat crasso, paullulum elevato, obtuso, basim versus evidentiore, nonnunquam evanescenti ornatus, formâ paullo varians, corpore nonnunquam parum, nonnunquam evidenter, sed non dimidio, angustior (ex. gr. 0·48, 0·44, 0·37 latus), parum aut insigniter longior quam latior (0·52, 0·55, 0·45 latus), basi late truncatus, ceterum modo ovatus et apice lateribus leviter sinuatis aut rectis acuminatus, modo triangularis fere lateribus paullo inaequalibus, modo denique circiter in $^2/_3$ lateribus fere parallelis et apice subito angustatus. A latere visus scapus parieti apicali corporis non adpressus et modo paene rectus, modo sat fortiter sinuatus. Feminae Americanae unicae, quam vidi, corpus epi-

gynae idem atque in exemplis Europaeis, scapus 0·55 longus, 0·39 latus, et fere aequabiliter angustatus, parte apicali, ca. 0·13 longâ, abrupte angustiore, hac parte exceptâ totus margine paullulo elevato limbatus.

Aranei croatici epigyna (fig. 22) insigniter minor quam *A. displicati;* eius corpus 0·35 longum, 0·42 latum, simile atque in hac specie, sed apice transverse truncatum, quum a latere adspicitur (an constanter?), lamella media parietis superioris paullulo humilior lateralibus. Scapus (fig. 30) ut in priore innatus, 0·25 latus, corpore itaque plus dimidio angustior, 0·32 longus, lateribus arcuatis, nullum vestigium limbi marginalis, sulco intus definiti, ostendens, latitudine insigniter inaequali, basi leviter constrictus, ad partem apicalem, quae in foveam excavata est, item constrictus, sive apice paullo latior quam prope eum. (Unicum modo exemplum huius speciei vidi; formâ scapi variat ea certo).

In *Araneo mediocri* (Kulcz.), quem feminam *Ar. proximi* censeo, pars media parietis superioris corporis epigynae (fig. 17), ut in praecedentibus omnibus, partes laterales excedit latitudine in dimidio apicali epigynae; insignis est vero haec femina partibus lateralibus parietis eiusdem declivibus, neque libratis, praesertim apicem epigynae versus, ita, ut partes hae in epigynâ levatâ a parte posticâ adspectae apice angustatae et acutae videantur, neque usque ad apicem latitudine subaequali et apice rotundatae aut truncatae, ut in prioribus. Pars media parietis superioris, basi exceptâ, impressa, apice incisa, cordiformis; margines interiores partium lateralium apicem versus paullulo modo incurvati. Corpus epigynae 0·37 mm longum, 0·53 latum, 0·34 crassum (crassius itaqua quam in prioribus), a latere visum apice fere transverse truncatum, ab imo visum lateribus fere parallelis, apice utrimque rotundatum, in parte mediâ scapo tectum. Scapus (fig. 29) in angulo inter parietem inferiorem et apicalem initium capit, 0·24 latus, 0·44 longus est, in $^2/_9$ latissimus, basim versus et apicem versus modice angustatus, in $^1/_3$ apicali latitudine fere aequali et circiter dimidio angustior quam in parte latissimâ, apice subter in foveam transversam excavatus, in parte latissimâ in transversum fere planus, limbo simili atque in *Ar. displicato* carens, a latere visus parieti apicali corporis adpressus, ultra eum insigniter prominens, sinuatus. (Etiam huius speciei feminam unam modo in manibus habeo. In feminâ, quam superiore tempore ut *Ar. mediocrem* descripsi, scapus ca. 0·40 longus, 0·24 latus,

latitudine ubique subâequali, a basi apicem versus paullulo modo angustatus est).

Araneus alpicus et *A. inconspicuus* differunt a praecedentibus omnibus formâ parietis superioris corporis epigynae; pars eius media multo angustior est, apicem versus parum modo dilatata, multo angustior quam partes laterales, quae sublibratae sunt. Corpus epigynae in plerisque exemplis *Ar. alpici* (fig. 21), quae vidi, circiter 0·40 longum, 0·48 latum, 0·37 crassum est, a parte exteriore visum latere superiore recto, inferiore sigmoideo, apicem versus plus minusve incrassatum, apice transverse truncatum aut oblique truncatum angulo inferiore producto; ab imo adspectum lateribus paene parallelis aut apicem versus paullulum dilatatum, apice fere toto basi scapi tecto. Scapus (fig. 27, 31) basi 0·37—0·39 latus, longitudine et formâ insigniter varians: 0·42—0·57 longus; a basi apicem versus angustatus est scapus, lateribus crenatis, ceterum autem paene rectis aut parum sinuatis, triangulum format transverse plicatum, pilosum, modo aequilaterum, modo paullo humilius, modo denique aeque fere altum atque basi latum; apex trianguli huius cum parte apicali scapi, subter profunde excavatâ, circiter 0·12 latâ, collo coniungitur molliore, non piloso, quod manifeste contrahi et extendi potest; contractum non conspicitur (fig. 27) aut valde breve est, fortiter plicatum, parte apicali scapi parum angustius, extensum vero usque ad 0·13 longum, leviter modo plicatum, pallidum, dimidio angustius quam apex scapi. — Variat haec species non parum magnitudine epigynae; in exemplo quodam ad Marillavölgy (Hungaria meridionalis) lecto corpus epigynae 0·40 longum, 0·56 latum, 0·34 crassum est, scapus basi 0·45 latus, 0·53 longus; in alio, in Galiciâ mediâ capto, corpus epigynae modo 0·26 longum, 0·32 latum, 0·21 crassum, scapus basi 0·23 latus, 0·24 longus (adeo contractus, ut „collum“ non conspiciatur).

Unicae feminae *Aranei inconspicui* (ad Bonnam lectae), quam subtilius examinare potui, epigyna (fig. 18) nullâ re evidentiore ab epigynis parvis *Ar. alpici* differre videtur. Corpus eius 0·24 longum, 0·35 latum, 0·24 crassum, a latere visum apicem versus non evidenter incrassatum, apice transverse truncatum; scapus parum angustior basi quam corpus: 0·29 latus, 0·32 longus, apice 0·095 latus, ad formam similis scapo *Ar. alpici*, parte basali circiter dimidio latiore quam longiore, collo modice elongato, non angustiore quam apex. Epigyna exempli typici e Hispaniâ septentrionali, quod mihi

Cel. E. Simon benigne communicavit, paullo maior videtur, corpore 0·39 lato, scapo (fig. 28) basi 0·34 lato et aeque circiter longo, in parte apicali 0·13 lato.

Praeter formam epigynae paucae modo notae plus minusve utiles esse possunt ad distinguendas feminas *Araneo cucurbitino* similes, ex. gr. armatura metatarsorum anteriorum et sternum colore fulvo suffusum in *Araneo Cossoni* (cfr. descriptionem Cel. E. Simonii loc. cit.), pictura dorsi abdominis, quae tamen, quoad e colore rubro constat (in *Ar. displicato*), evanescit in exemplis diu in spiritu vini conservatis, puncta nigra, quibus dorsum abdominis in parte posteriore laterum ornatur, color ventris.

Magnitudo et situs oculorum variant non parum in nonnullis saltem speciebus, et hanc ob causam generatim non multum est eis tribuendum. In *Araneo Cossoni* (feminâ), quam communicavit mihi Cel. E. Simon, diameter oculorum mediorum posticorum 0·13 mm explet, anticorum 0·115 mm, intervallum illorum 0·13, horum 0·16, latitudo areae oculorum mediorum postica 0·37, antica 0·355, longitudo 0·42 mm explet. In feminis quatuor *Ar. cucurbitini typici* modos respondentes hos inveni:

0·13,	0·09,	0·10,	0·135,	0·34,	0·30,	0·34,
0·115,	0·10,	0·095,	0·12,	0·32,	0·31,	0·34.
0·12,	0·095,	0·09,	0·145,	0·32,	0·33,	0·345,
0·115,	0·09,	0·115,	0·16,	0·33,	0·32,	0·37.

Oculi medii postici itaque non solum in *A. Cossoni* sed etiam in *A. cucurbitino* maiores sunt quam medii antici; intervallum eorum in *A. cucurbitino* diametro modo aequale — ut in *A. Cossoni*, modo eâ minus, area oculorum mediorum modo aeque longa, modo — ut in *A. Cossoni* — evidenter longior quam pone latior.

Similem in modum atque in *A. cucurbitino typico* variant oculi medii in subsp. *opisthographa*.

Aranei cucurbitini maderiani area oculorum mediorum ante paullulo magis dilatata est, quam in subsp. *typica* et *opisthographa* esse solet; eius moduli hi sunt:

0·115, 0·095, 0·095, 0·145, 0·31, 0·34, 0·36.

Araneus croaticus non differt ab *A. cucurbitino* modulis oculorum mediorum:

0·12, 0·095, 0·095, 0·135, 0·315, 0·315, 0·355.

Oculi medii *A. proximi* variant paullo; in exemplo, quod in Galiciâ lectum credo, moduli eorum hi sunt:

0·115, 0·085, 0·115, 0·145, 0·315, 0·30, 0·34;

feminae vero ad Baltim in Siberiâ lectae (*Ar. mediocris* Kulcz.) area oculorum mediorum paullulo latior est ante quam pone.

Araneus alpicus et *inconspicuus* differre paullo videntur inter se oculis mediis, quorum area (fortasse paullo magis declivis et) ante paullo magis dilatata est in *A. inconspicuo* (cuius exempla tamen duo tantum vidi!), quam in *A. alpico*[1]). Modi supra dicti hi sunt in exemplis duobus *A. inconspicui* (quorum primum typus speciei est, secundum vero ad Bonnam lectum est a Dre Ph. Bertkau) et in exemplis quatuor *A. alpici:*

A. inconspicuus:

0·115,	0·115,	0·12,	0·195,	0·33,	0·395,	0·39,
0·115,	0·115,	0·13,	0·18,	0·345,	0·395,	0·40.

A. alpicus:

0·13,	0·105,	0·095,	0·17,	0·34,	0·355.	0·37,
0·095,	0·09,	0·095,	0·17,	0·305,	0·325,	0·355.
0·12,	0·095,	0·105,	0·17,	0·315,	0·35,	0·39.
0·115,	0·085,	0·09,	0·16,	0·29,	0·325,	0·34.

Numerus punctorum nigrorum, quibus dorsum abdominis ornatur in laterum parte posteriore non idem in singulis speciebus, sed etiam non satis sibi constans:

A. cucurbitinus opithographus plerumque paribus punctorum quinque ornatur, quorum quatuor in dorso, postremum vero in pariete postico abdominis situm est; puncta postrema minora quam praecedentia et ab eis aeque circiter atque a mamillis remota; rarius deest par punctorum postremum et abdomen punctis modo octo pictum est.

Etiam *A. cucurbitinus maderianus* et *A. croaticus* ornantur punctis in pariete abdominis postico; in exemplo unico *A. croatici,* quod vidi, dorsum praeterea in uno latere punctis quatuor, in altero punctis quinque, in exemplis *A. maderiani* (duobus) utrimque punctis quinque pictum est.

[1]) Femina Hungarica, ut *Epeira inconspicua* prolata in „Araneae Hungariae" vol. I, pag. 121, 131, areâ oculorum mediorum ante oculi radio tantum latiore quam pone, fortasse non *Ar. inconspicuus* est sed *A. alpicus* punctis nigris in dorso abdominis carens et maculis albidis in ventre valde indistinctis ornatus.

In *Ar. cucurbitino typico* paria punctorum plerumque quatuor, rarius tria, par postremum praecedentibus maius aut non minus saltem et a mamillis circiter duplo longius remotum quam a pari penultimo; raro etiam paries posticus punctis duobus pictus ut in subsp. *opisthographa*.

In *Ar. displicato* plerumque puncta utrimque 3, raro 4, rarissime 2, in pariete postico abdominis nulla.

Araneus alpicus saepissime punctis utrimque duobus ornatur, nonnunquam vero uno tantum, raro nullo; in uno tantum exemplo inter sat multa, quae examinavi, puncta tria vidi in uno latere, in altero dua.

Ar. inconspicuus caret punctis nigris.

Venter concolor est in subspeciebus *Aranei cucurbitini*, in *Ar. Cossoni, croatico, proximo, inconspicuo*; raro in *A. cucurbitino typico* et *opisthographo* vestigia macularum albidarum quatuor cernuntur. Venter *Ar. displicati*, plerumque obscure coloratus, ad epigastrium fascia transversâ albidâ et pone eam pari macularum albidarum ornatur, rarius fascia in maculas duas aut tres divulsa est. Picturae huius, evidentissimae in exemplis Sibiricis, modice expressae in exemplo Americano, nullum vestigium video in exemplis Polonicis plerisque et in exemplo Bonnensi; in nonnullis vero exemplis Polonicis venter albidus lineam mediam longam et ad eam utrimque maculas binas purius albas, obsoletas ostendit.

Araneus alpicus saepissime paribus macularum albidarum duobus ornatur in ventre, bene expressis; nonnunquam maculae anteriores inter se confluunt plus minusve et ventris pictura similis fit atque in *A. displicato;* raro, praesertim in exemplis parvis [1]), pictura haec adeo obsolescit, ut venter concolor dici possit. Quum vero, ut supra dictum est et ut scripserunt Dr. L. Koch, T. Thorel, W. Bösenberg, etiam puncta nigra dorsualia evanescant nonnunquam in hac specie, et epigyna eius nullâ re evidentiore differat ab epigynâ *A. inconspicui*, facile crediderim feminas *Ar. alpici* et *Ar. inconspicui* difficiles nonnunquam esse ad distinguendum: occurrunt fortasse exempla harum specierum nullâ re nisi formâ areae oculorum mediorum inter se distincta.

[1]) Occurrunt exempla *Aranei alpici*, ♀, cephalothorace 3·1 mm longo, 2·5 lato, et 2·4 longo, 1·9 lato.

Index.

Araneus alpicus (L. Koch) pag. 238, 240, 241, 245, 247, 248.
A. Cossoni (E. Sim.) 235, 240, 242, 246, 248.
A. croaticus Kulcz. 233, 243, 244, 246, 247, 248.
A. cucurbitinus Clerck 231, 240, 241, 248.
" " subsp. *maderiana* Kulcz. 231, 236, 240, 243, 246, 247.
" " subsp. *opisthographa* Kulcz. 232, 235, 240—242, 246—248.
" " subsp. *typica* Kulcz. 232, 234, 239, 241, 246, 248.
A. displicatus (Hentz) 237, 240, 241, 243, 248.
A. inconspicuus (E. Sim.) 239, 240, 241, 245, 247, 248.
A. proximus Kulcz. 232, 237, 240, 244, 247, 248.
Epeira mediocris Kulcz. 232.
E. ornata Blackw. 233.
E. Westringii Thor. 232, 240, 241.

Explicatio tabulae.

1. *Araneus cucurbitinus* Clerck, subsp. *typica*, stemma (cum parte quadam laminae tarsalis) a parte inferiore visum.

2. *Araneus cucurbitinus* Clerck, subsp. *ophistographa*, stemma a parte inferiore visum.

3. *Araneus cucurbitinus* Clerck, subsp. *maderiana*, stemma (omissâ parte posticâ) a parte inferiore visum.

4. *Araneus proximus* (Kulcz.), stemma a parte inferiore visum.

5. *Araneus displicatus* (Hentz), stemma a parte inferiore visum (exempli Europaei)

6. *Araneus alpicus* (L. Koch), stemma a latere exteriore visum.

7. Eiusdem speciei stemma a parte inferiore simulque paullo a fronte visum.

8. *Araneus inconspicuus* (E. Sim.), stemma a parte inferiore visum.

9. Eadem pars eiusdem speciei a latere exteriore visa.

10. *Araneus proximus* (Kulcz.), pars antica inferior bulbi a fronte visa.

11. *Araneus cucurbitinus typicus*, bulbus a fronte visus.

12. *Araneus displicatus*, pars tarsalis palpi sinistri a fronte visa.

13. *Araneus Cossoni* (E. Sim.), pars antica bulbi ab imo visa.

14. *Araneus proximus*, conductor emboli cum parte processus phylloidis et emboli.

15. *Araneus cucurbitinus typicus*, conductor emboli cum apice emboli et processus phylloidis.

16. Eiusdem speciei epigyna desuper visa.

17. *Araneus proximus*, epigyna desuper visa.

18. *Araneus inconspicuus*, epigyna desuper visa exempli ad Bonnam lecti.

19. *Araneus displicatus*, epigyna desuper visa.

20. *Araneus cucurbitinus opisthographus,* epigyna desuper visa.
21. *Araneus alpicus,* epigyna desuper visa.
22. *Araneus croaticus* Kulcz., epigyna desuper visa.
23. *Araneus cucurbitinus opisthographus,* epigyna desuper visa.
24. *Araneus displicatus,* epigyna a parte posticâ visa.
25. *Araneus cucurbitinus typicus,* epigyna a parte posticâ visa.
26. *Araneus cucurbitinus opisthographus,* scapus cum partibus vicinis corporis epigynae.
27. *Araneus alpicus,* epigyna a parte posticâ visa (exempli staturâ parvâ excellentis).
28. *Araneus inconspicuus,* epigyna exempli typici a parte posticâ visa.
29. *Araneus proximus,* epigyna a parte posticâ visa.
30. *Araneus croaticus,* epigyna a parte posticâ visa.
31. *Araneus alpicus,* epigyna a parte posticâ visa.

---

13. M. T. BROWICZ m. t. **O funkcyi wydzielniczej jądra komórki wątrobnej** ***(Über die sekretorische Funktion des Leberzellkernes).*** *(Sur la fonction sécrétoire du noyan des cellules hépatique).*

(Planche VIII).

Im Jahre 1897 (Über Befunde im Kerne der Leberzelle, welche für die sekretorische Funktion desselben sprechen. Anzeiger der Akad. d. Wissenschaften in Krakau, April), berichtete ich, daß in gewissen pathologischen Zuständen der Leber z. B. in Muskatnußlebern sowohl im Cytoplasma als auch im Karyoplasma der Leberzellen innerhalb scharf begrenzter Räume vorwiegend in Gestalt von Vakuolen aber auch manchmal in Räumen von länglicher Gestalt teils körniges, teils nadelförmig kristallinisches Pigment vorhanden ist. (Fig. 1). Dieses Pigment hielt ich damals irrtümlich für Gallenpigment, berichtigte aber diesen Irrtum in der Abhandlung über Kristallisationsphänomene in der Leberzelle (Anzeiger d. Akad. d. Wissenschaften in Krakau, April 1898), da ich zu der Ansicht gelangt bin, daß dieses Pigment zwar hämoglobinärer Herkunft, aber kein Gallenpigment ist. Sobald nämlich flüssiges Hämoglobin in den Geweben befindlich ist, ändert sich dasselbe unter dem Einflusse des Formalins, welches ich eben als Härtungsmittel gebrauche, so daß man mikroskopische Spuren von Hämoglobin in Gestalt von körnigem oder kristallinischem Pigment in den Geweben aufdecken kann. Ich bezeichnete das Formalin gleichsam als mikrochemisches Reagens auf das zur Zeit der Entnahme der Zellen und Gewebe zur mikroskopischen Untersuchung, in denselben vorfind-

bare flüssige, gelöste Hämoglobin; Kohert hat später (1899) diese kristallinischen Pigmentmassen, Formalinpigmentkristalle benannt (vide auch meine Publikation über die Einwirkung des Formalins auf das in den Geweben vorfindbare Hämoglobin, Virchows Archiv, Bd. 162, 1900).

Dieser Befund von Pigmentablagerungen innerhalb des Kernes der Leberzelle gab mir den ersten Anstoß zur Annahme, daß der Kern der Leberzelle an dem Sekretionsvorgange in der Leberzelle aktiv tätig ist.

In demselben Jahre (Über den Bau der Leberzelle. Anzeiger d. Akad. d. Wissenschaften in Krakau. Mai 1897) führte ich aus, daß manchmal in ikterischen Lebern neben sehr gewöhnlichen Gallenablagerungen im Cytoplasma der Leberzellen, ferner auch, obwohl sehr selten, in deren Kerne Galleinlagerungen vorgefunden werden, deren natürliche grüne Farbe ihre gallige Herkunft beweist (Fig. 2).

Dies bildete eine weitere Stütze für meine Annahme des aktiven Anteils des Leberzellkernes an den Sekretionsvorgängen in der Leberzelle.

Eine dritte Stütze dafür fand ich in den Bildern der normalen Leberzelle des normalen Hundes, hauptsächlich während der Verdauung, wo sowohl innerhalb des Cyto- als auch innerhalb des Karyoplasmas wohl erhaltene Erythrocyten, im Kerne dagegen und nur im Kerne auch Hämoglobinkristalle vorzufinden sind. (Fig. 3 und 4). (Wie und in welcher Form wird den Leberzellen Hämoglobin zugeführt? Anzeiger d. Akad. d. Wissenschaften in Krakau. Juni 1897).

Im Cytoplasma der Leberzelle habe ich nach intravenöser Injektion einer Hämoglobinlösung (Intussuszeption von Erythrocyten durch die Leberzelle. Anzeiger d. Akad. d. Wissenschaften in Krakau. Juli 1899), sowie nach der Transfusion fremdartigen Blutes beim Hunde (Über die Herkunft der amyloiden Substanz. Anzeiger der Akad. d. Wissenchaften in Krakau, 1901) im Cytoplasma der Leberzellenhaufen von Erythrocyten in Vakuolen vorgefunden, welche teils wohl erhalten aussahen, teils ausgelaugt erschienen, teils zu hyalinen, mit Eosin, Pikrinsäure, Fuchsin färbbaren Kugeln zusammenflossen. Das Auftreten von Hämoglobinkristallen nur im Kerne der Leberzellen, obwohl im Cytoplasma Erythrocyten, teils vereinzelte, teils haufenweise in Vakuolen vorfindbar sind, deutet darauf hin, daß das Parenchym des Cytoplasmas anders auf die

Erythrocyten einwirkt als das Kernparenchym, daß die Wirkungsweise der beiden Parenchymarten anders gestaltet ist.

Eine vierte Stütze für die Annahme des aktiven Anteils des Kernes an den Sekretionsvorgängen in der Leberzelle lieferten mir Bilder nach intravenöser Injektion von Hämoglobinlösung. (Das mikroskopische Bild der Leberzelle etc. Anzeiger d. Akad. d. W. in Krakau. November 1898), wo einige Stunden nach erfolgter Injektion nach Formalinhärtung metamorphosiertes Hämoglobin in Gestalt von braunschwarzen Pigmenthaufen im Cyto- als auch im Karyoplasma vorfindbar war. (Fig. 5.)

In letzter Zeit fand ich noch eine neue und, meiner Ansicht nach, definitive Stütze für die Annahme einer Sekretionstätigkeit des Kernes der Leberzelle.

In gewissen Fällen von Ikterus neonatorum — denn nicht in allen Fällen von Ikterus neonatorum findet sich dasselbe mikroskopische Bild — erscheinen im Lebergewebe teils tafelförmige, teils nadelförmige Bilirubinkristalle. Dieselben finden sich auch in anderen Zellen und Geweben des Organismus, wo das Bilirubin mit dem Blute hineingelangt, im Blute, im Harne, was ja schon längst hinlänglich bekannt ist.

Die Bilirubinkristalle findet man im Lebergewebe zwischen den Erythrocyten in den intraacinösen Blutcapillaren, in den Leukocyten, im Cytoplasma der Leberzellen. Ich habe dieselben aber auch in den Kernen der Leberzellen vorgefunden[1]) (Fig. 6).

Die Lage des Bilirubinkristalls innerhalb des Kernparenchyms unterliegt keinem Zweifel. Ich habe im Kerne der Leberzelle, innerhalb welcher keine Gallenablagerungen, kein Bilirubinkristall gelegen war, gewöhnlich nur einen Bilirubinkristall von charakteristischer Form und Farbe beobachtet, selten zwei Kristalle, welche manchmal kreuzweise über einander gelagert waren. In zweikernigen Leberzellen befand sich gewöhnlich der Bilirubinkristall nur in dem

[1]) Am leichtesten gewahrt man dieselben an ungefärbten Gefrierschnitten von frischen oder in Formalin gehärteten Leberstückchen, welche man z. B. in einer Lösung von Kali acticum untersucht. In gefärbten, mit Alkohol und Xylol behandelten Schnitten verschwinden dieselben leicht, da Bilirubin sich etwas in Alkohol, leicht in Xylol löst. Wenn man den Kern z. B. mit Hämatoxylin färbt, behutsam den Schnitt mit Alkohol entwässert und mittelst irgend eines Öles aufhellt, so erscheint mitten im blaugefärbten Kern der ziegelrote Bilirubinkristall sehr prägnant.

einen Kerne, selten waren in beiden Kernen Bilirubinkristalle zu sehen. Das Erscheinen von Bilirubin, eines Produktes der Leberzelle, in Form von Kristallen, innerhalb des Kernparenchyms der Leberzelle, bildet einen definitiven Beweis für den aktiven Anteil des Leberzellkernes an den Sekretionsvorgängen in der Leberzelle, beweist die Richtigkeit meiner einer Reihe von Kernbefunden entnommenen Schlußfolgerungen. Der Kern der Leberzelle produziert Gallenfarbstoff, wozu das Material das Hämoglobin liefert, dessen Hineingelangen in den Kern ich vorhin sowohl in der menschlichen Leberzelle in gewissen pathologischen Zuständen der Leber als auch experimentell in der Leberzelle des Hundes dargetan habe. Der Kern der Leberzelle bildet daher sowohl ein Fortpflanzungs- wie auch zugleich ein Sekretionsorgan der Leberzelle.

---

14. M. M. P. RUDZKI m. c. **Uwaga o rozprawie p. Denizota pod tytułem „Teorya ruchu względnego etc.“** *(Bemerkung zum Aufsatz des Herrn Denizot unter dem Titel „Theorie der relativen Bewegung etc.“* [1]). *(Remarque sur le mémoire de M. Denizot „Sur la théorie du mouvement relatif etc.“)*

Im zweiten Teil dieses Aufsatzes, wo Herr Denizot die allgemeinen Formeln auf das Foucaultsche Pendel anwendet, befindet sich ein Mißverständnis: Herr Denizot verwechselt nämlich die Richtung nach dem Erdzentrum mit der Vertikale, was aus dem Texte und der Zeichnung auf S. 468 sofort ersichtlich ist.

Weiter sind die für das Foucaultsche Pendel gültigen Gleichungen 14* auf Seite 472 fehlerhaft.

Diese Gleichungen, wenn man noch die Komponenten der Tension des Fadens hinzufügt, wie es Herr Denizot auf derselben Seite richtig verlangt, lauten folgendermaßen:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \omega^2 \sin^2 \varphi\, x + \omega^2 . \sin \varphi \cos \varphi\, z - 2\omega \sin \varphi \frac{dy}{dt} - \frac{Rx}{l}$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \omega^2 y + 2\omega \sin \varphi \frac{dx}{dt} + 2\omega \cos \varphi . \frac{dz}{dt} - \frac{Ry}{l}$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = g + \omega^2 \cos^2 \varphi\, z + \omega^2 \sin \varphi \cos \varphi\, x - 2\omega \cos \varphi \frac{dy}{dt} - \frac{Rz}{l}.$$

[1]) Dieses Bulletin. Dezember 1904 (pp. 449 — 485).

Nehmen wir den denkbar einfachsten Fall, nämlich denjenigen, wo das Pendel sich in Ruhe befindet. Indem Herr Denizot den Anfangspunkt der Koordinaten im Aufhängepunkt des Pendels annimmt [Seite 469 unten] und die Länge des Pendels mit l bezeichnet, so sind die Koordinaten des Pendels:

$$x = 0 \qquad y = 0 \qquad z = l$$

während die Geschwindigkeiten und Akzelerationen verschwinden. Dann gibt aber die erste der Gleichungen 14*

$$\omega^2 \sin \varphi \cos \varphi \, . \, l = 0$$

Also muß die Länge des Pendels gleich Null sein. Dieser Widerspruch reicht hin, um zu beweisen, daß die Gleichungen 14* fehlerhaft sind.

Selbst wenn man der Absicht des Verfassers entgegen die Bestimmung beseitigt, daß die z Achse in die Richtung der Vertikale fällt, so kann man doch [den Fall der Ruhe vorausgesetzt] die Gleichungen 16* auf keine Weise erfüllen, ohne zu physisch unmöglichen Schlüssen zu gelangen. Ebenso fehlerhaft sind die auf Seite 482 stehenden, auf gleiche Weise wie die Gleichungen 14* abgeleiteten Gleichungen 26*, welche den Seitendruck der Eisenbahnzüge auf die Schienen ausdrücken sollen. — Ich könnte noch andere Widersprüche hervorheben, doch erscheint mir eine ausführliche Auseinandersetzung überflüssig, sobald auf den Fehler in den Gleichungen hingewiesen wird.

---

00. M. K. WÓJCIK. **Dolny oligocen z Riszkanii koło Użoka.** *(Das Unteroligocän von Riszkania bei Uzsok).* (*Infraoligocène de Riszkania près de Uzsok).* Mémoire présenté par M. Vl. Szajnocha m. c.

Im Jahre 1879 hat M. Vacek bei den für die k. k. geologische Reichsanstalt von ihm in den Mittelkarpaten ausgeführten geologischen Aufnahmsarbeiten an zwei Punkten bei Alsò-Verecske und bei Uzsok oligocäne Faunen gefunden [1]). Die in Alsò-Verecske bei Volocs in Ungarn, unweit der galizischen Grenze gefundene Fauna hat er als unteroligocän, und die Mergelschiefer, in denen sie angetroffen wurde, als Äquivalent der Menilitschiefer bestimmt. Die

[1]) Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt. 1881.

andere Fauna dagegen, die von Riszkania bei Uzsok, hatte er zwar ebenfalls als oligocän, aber als jünger als die Verecskaer bestimmt. Die Uzsoker fossilienführenden Mergelschiefer samt den Magurasandsteinen, zwischen denen dieselben auftreten, hat Vacek über die Schichten von Verecske, beziehungsweise über die Menilitschiefer als höchsten Horizont in den galizischen Mittelkarpaten gestellt, ohne jedoch das Alter näher zu präzisieren.

Noch vor Vacek wurde die Gegend von Uzsok von K. Paul [1]) geologisch durchforscht. Dieser hatte von dem in den Mittelkarpaten die Grenzkämme bildenden, von ihm Magurasandstein benannten, Komplexe den Sandstein von Uzsok als einen besonderen Horizont abgetrennt. Auf Grund des Einfallens dieses Sandsteines unter die Melettaschiefer hat er ihn als den ältesten tertiären Komplex der Mittelkarpaten bestimmt und dem Eocän zugeteilt.

Während meines zweimaligen Aufenthaltes in Uzsok im Jahre 1902 und 1904 gelang es mir die Stelle, wo Vacek seine Fossilien gesammelt hatte, aufzufinden. Ich habe dann nicht nur die kalkigen Einlagerungen daselbst ausgebeutet, sondern auch aus den Schiefern selbst durch Schlemmen ziemlich viele Foraminiferen erhalten, von denen die Nummuliten und Orbitoiden am zahlreichsten und am besten erhalten sind.

Ich hoffe die Bearbeitung dieser Fauna in nächster Zeit abschließen zu können und sie wird, zusammen mit analogen Faunen anderer Fundpunkte der Mittelkarpaten, als Fortsetzung der im Jahre 1903 begonnenen paläontologischen Bearbeitung des tertiären Flysches der Karpaten [2]) veröffentlicht werden.

Der Erhaltungszustand der Fossilien aus Riszkania ist nicht besonders gut, manche jedoch in einer, von Vacek übersehenen kieselig-mergeligen Schicht gefunden Formen sind verhältnismäßig gut erhalten, so daß ihre richtige Bestimmung keinem Zweifel unterliegt. Diese Formen ermöglichen neben den Nummuliten und den Orbitoiden eine genaue Altersbestimmung der Schichten.

Herr M. Vacek, Vizedirektor der geologischen Reichsanstalt in Wien hatte die große Liebenswürdigkeit mir das von ihm gesammelte und in der geologischen Reichsanstalt aufbewahrte Material von Uzsok und Verecske zur Durchsicht anzuvertrauen. Hierdurch wurde

[1]) Ibidem 1870.

[2]) Rozprawy Akad. Umiej. Kraków 1903.

es mir ermöglicht, alle bislang in den Grenzgebieten der galizischen Mittelkarpaten gefundenen Fossilien mit der unteroligocänen Fauna Norddeutschlands und anderer Gegenden zu vergleichen. Durch ein mir von der Akademie der Wissenschaften zu Krakau gewährtes Stipendium wurde ich in die Lage versetzt, diese Vergleichungsstudien unter der persönlichen Leitung des Herrn Geheimrat Professor Dr. A. v. Koenen im Geologischen Institute zu Göttingen auszuführen, wobei Herr Geheimrat v. Koenen die Güte hatte, mich in liebenswürdigster Weise zu unterstützen. Diesen beiden Herren möchte ich an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank für die Unterstützung und Förderung meiner Arbeit aussprechen.

Die aus Riszkania bestimmten Arten sind folgende:

Foraminifera [1]).

Truncatulina grossaerugosa Gümb.
„ *sublobatula* „
Pulvinulina bimammata „
„ *rotula* Kaufm.
Operculina ammonea Leym.
„ *granulata* „
Heterostegina reticulata Rütim.
„ *carpatica* Uhlig.
Nummulites Fichteli Michel.
„ *vasca* Joly et Leym.
„ *Boucheri* Harpe.
„ *budensis* Hantk.
Orbitoides papyracea Boubée.
„ *aspera* Gümb.
„ *dispansa* Sow.
„ *applanata* Gümb.
„ *tenuicostata* „
„ *stellata* Archiac.
„ *stella* Gümb.

Brachiopoda.

Thecidium mediterraneum Risso.
Terebratula Delbosii Arch.

[1]) Von den Foraminiferen werden nur die charakteristischen Formen aufgezählt.

Lamellibranchiata.

Ostrea (Gryphaea) Queteleti Nyst.
„ *prona* Wood.
Cardium anomale Math.
„ *cf polyptyctum* Bay.
„ *fallax* Michel.
„ *depressum* Koen.
Cyrena semistriata Desh.
Cytherea incrassata Lamk.
„ *Villanovae* Desh.
„ *cf splendida* Mer.
„ *cf lugensis* Fuchs.
Panopaea angusta Nyst.

Scaphopoda.

Dentalium exiguum Koen.
„ *ellipticum* „

Gastropoda.

Natica crassatina Lamk.
„ *cf angustata* Nyst.
„ *cf achatensis* Koninck.
Turritella sulcifera Desh.
„ *infundibulum* Koen.
Melania striatissima Zitt.
Bittium plicatum Brug. *v. multinodosum* Sandb.
Eburna caronis Brognt.
Fusus elongatus Nyst.
Marginella conoides Koen.
Cylichna interstincta „
Valvatina umbilicata Bornem.

Aus dem Vergleiche der Fauna aus Riszkania mit der vicentischen ist zu ersehen, daß von den Foraminiferen alle in Riszkania massenhaft auftretenden Orbitoiden (7 Arten) und Nummuliten (4 Arten) in Norditalien für die Priabonaschichten charakteristisch sind. Von anderen oben aufgezählten Foraminifern fehlen in Italien nur Truncatulina sublobatula, Pulvinulina bimammata, P. rotula und

Heterostegina carpatica, diese aber sind aus den karpatischen unteroligocänen Schichten, namentlich aus Wola łużańska u. a. wohl bekannt.

Von denjenigen Mollusken, deren richtige Bestimmung keinem Zweifel unterliegt, sind folgende nur aus den Priabona-, bezw. aus anderen unteroligocänen Schichten bekannt: Ostrea Queteleti, O. prona, Cytherea Villanovae, Marginella conoides, Turritella sulcifera, T. infundibulum, Cylichna interstincta, Dentalium ellipticum, D. exiguum. Die anderen Arten sind zwar auch aus anderen oligocänen Horizonten, bezw. aus dem Obereocän bekannt, in den Priabonaschichten kommen sie jedoch ebenfalls vor. Diese sind: Cytherea incrassata, Cardium anomale, Natica crassatina, N. angustata, Fusus elongatus, Cerithium plicatum, Eburna caronis. Auch die übrigen Formen, von denen jedoch nicht alle, wegen des schlechten Erhaltungszustandes, sicher bestimmt werden konnten, dürften gleichfalls nur dem Unteroligocän angehören, so daß von 27 Mollusken 15 mit den Priabonaschichten, 13 mit norddeutschem Unteroligocän gemeinsam sind. Nur eine der gefundenen Arten (Valvatina umbilicata) ist bislang nur aus dem Mitteloligocän bekannt geworden. Dies jedoch braucht nicht zu verwundern, da diese Form wegen ihrer kleinen Dimension sehr leicht zu übersehen ist.

Die Fauna von Riszkania ist also unzweifelhaft unteroligocänen Alters.

Von Alsó-Verecske wurden folgende Formen bestimmt:

Lamellibranchiata.

Ostrea prona Wood.
Cardita Laurae Brogn.
„ *latesulcata* Nyst.
Cardium fallax Michel.
„ *anomale* Math.
Cyrena semistriata Desh.
Cyprina sp.
Cytherea Villanovae Desh.
„ *incrassata* Sow.
„ *brevis* Fuchs.
Tellina sp.
Pholadonomya cf. Puschi Goldf.

Scaphopoda.

Dentalium exiguum Koen.

Gastropoda.

Turritella sulcifera Desh.
„ *carinifera* „
„ *granulosa* „
„ *conoidea* Rouault.
„ *planispira* Nyst.
Bittium plicatum Brug. *v. multinodosum* Sandb.
„ „ „ *v. papillatum* „
Potamides margaritaceum Broccki *v. marginatum* Broccki.
„ *elegans* Desh.
„ *coniunctum* Desh.
Aporrhais tridactylus A. Braun.
Cylichna interstincta Koen.

Aus dem Vergleiche dieser Fauna mit der Fauna von Riszkania ist ihre Ähnlichkeit so sehr ersichtlich, daß mir ihre Trennung, wie sie von Vacek vorgenommen wurde, nicht begründet erscheint. Im Gegenteil ist die Tatsache, daß die Schichten mit massenhaftem, Auftreten von Cerithien und Ostreen, was Vacek als Charakteristikum für die Schichten von Verecske angesehen hatte, auch bei Riszkania vorkommen, eher ein Beweis dafür, daß meine Identifizierung der Faunen zu Recht besteht. Der einzige Unterschied besteht darin, daß in den kalkigen Schichten in Riszkania Natica crassatina und andere Arten dieser Gattung ziemlich zahlreich auftreten, während sie in Verecske bisher gar nicht gefunden wurden, obgleich auch dort die kalkige Einlagerung vorkommt.

Wenn es sich um eine spezielle stratigraphische Gliederung des fraglichen Horizontes hanheln sollte, so dürfte uns zu diesem Zwecke Riszkania allein vollständig genügen. An dem dortigen Berge der NW. von Uzsok liegt und zum Grenzkamme zwischen Galizien und Ungarn gehört, ist folgendes Profil von oben nach unten zu sehen:

2—5 m mächtiger fein- oder grobkörniger, massiger Sandstein mit viel Muskowitblättchen (typischer Magurasandstein),

10—15 m dunkler Tonmergelschiefer mit vielen Nummuliten und Orbitoiden,

30—50 cm kieseligmergelige Schicht mit Cerithien und Ostreen,

Heterostegina carpatica, diese aber sind aus den karpatischen unteroligocänen Schichten, namentlich aus Wola łużańska u. a. wohl bekannt.

Von denjenigen Mollusken, deren richtige Bestimmung keinem Zweifel unterliegt, sind folgende nur aus den Priabona-, bezw. aus anderen unteroligocänen Schichten bekannt: Ostrea Queteleti, O. prona, Cytherea Villanovae, Marginella conoides, Turritella sulcifera, T. infundibulum, Cylichna interstincta, Dentalium ellipticum, D. exiguum. Die anderen Arten sind zwar auch aus anderen oligocänen Horizonten, bezw. aus dem Obereocän bekannt, in den Priabonaschichten kommen sie jedoch ebenfalls vor. Diese sind: Cytherea incrassata, Cardium anomale, Natica crassatina, N. angustata, Fusus elongatus, Cerithium plicatum, Eburna caronis. Auch die übrigen Formen, von denen jedoch nicht alle, wegen des schlechten Erhaltungszustandes, sicher bestimmt werden konnten, dürften gleichfalls nur dem Unteroligocän angehören, so daß von 27 Mollusken 15 mit den Priabonaschichten, 13 mit norddeutschem Unteroligocän gemeinsam sind. Nur eine der gefundenen Arten (Valvatina umbilicata) ist bislang nur aus dem Mitteloligocän bekannt geworden. Dies jedoch braucht nicht zu verwundern, da diese Form wegen ihrer kleinen Dimension sehr leicht zu übersehen ist.

Die Fauna von Riszkania ist also unzweifelhaft unteroligocänen Alters.

Von Alsò-Verecske wurden folgende Formen bestimmt:

Lamellibranchiata.

Ostrea prona Wood.
Cardita Laurae Brogn.
„ *latesulcata* Nyst.
Cardium fallax Michel.
„ *anomale* Math.
Cyrena semistriata Desh.
Cyprina sp.
Cytherea Villanovae Desh.
„ *incrassata* Sow.
„ *brevis* Fuchs.
Tellina sp.
Pholadonomya cf. Puschi Goldf.

Scaphopoda.

Dentalium exiguum Koen.

Gastropoda.

Turritella sulcifera Desh.
„ *carinifera* „
„ *granulosa* „
„ *conoidea* Rouault.
„ *planispira* Nyst.
Bittium plicatum Brug. *v. multinodosum* Sandb.
„ „ „ *v. papillatum* „
Potamides margaritaceum Broecki *v. marginatum* Broecki.
„ *elegans* Desh.
„ *coniunctum* Desh.
Aporrhais tridactylus A. Braun.
Cylichna interstincta Koen.

Aus dem Vergleiche dieser Fauna mit der Fauna von Riszkania ist ihre Ähnlichkeit so sehr ersichtlich, daß mir ihre Trennung, wie sie von Vacek vorgenommen wurde, nicht begründet erscheint. Im Gegenteil ist die Tatsache, daß die Schichten mit massenhaftem, Auftreten von Cerithien und Ostreen, was Vacek als Charakteristikum für die Schichten von Verecske angesehen hatte, auch bei Riszkania vorkommen, eher ein Beweis dafür, daß meine Identifizierung der Faunen zu Recht besteht. Der einzige Unterschied besteht darin, daß in den kalkigen Schichten in Riszkania Natica crassatina und andere Arten dieser Gattung ziemlich zahlreich auftreten, während sie in Verecske bisher gar nicht gefunden wurden, obgleich auch dort die kalkige Einlagerung vorkommt.

Wenn es sich um eine spezielle stratigraphische Gliederung des fraglichen Horizontes hanbeln sollte, so dürfte uns zu diesem Zwecke Riszkania allein vollständig genügen. An dem dortigen Berge der NW. von Uzsok liegt und zum Grenzkamme zwischen Galizien und Ungarn gehört, ist folgendes Profil von oben nach unten zu sehen:

2—5 m mächtiger fein- oder grobkörniger, massiger Sandstein mit viel Muskowitblättchen (typischer Magurasandstein),

10—15 m dunkler Tonmergelschiefer mit vielen Nummuliten und Orbitoiden,

30—50 cm kieseligmergelige Schicht mit Cerithien und Ostreen,

10—20 m nicht aufgeschlossen,

10—15 m Kalksteinschichten und zwar:

a) sandiger Kalkstein mit vielen Austern,

b) fast nur aus Muschelresten bestehender Kalkstein,

c) dichter sehr harter Kalkstein mit vielen Foraminiferen, besonders aus der Gattung Miliola uud Orbiculina.

Die beiden untersten Schichten *b.* und *c.* enthalten neben sehr vielen schwer herauszubekommenden und demgemäß auch schwer bestimmbaren Molluskenschalen Natica crassatina und andere Formen dieser Gattung, welche nur hier vorkommen und in *c.* am häufigsten sind.

10—15 m nicht aufgeschlossen,

zu unterst Sandstein wie oben.

Der ganze Komplex fällt konkordant leicht gegen NO. ein.

Die zwischen beiden Sandsteinbänken auftretenden fossilienführenden Schichten gehören auf Grund der oben aufgezählten Fauna dem *Priabonien* an.

Welches Alter haben nun die Sandsteine?

Vacek hat die Uzsoker Schiefer als eine Einlagerung zwischen beiden Magurasandsteinbänken aufgefaßt. Hierdurch bestritt er die Ansicht Pauls, welcher in der Gegend von Uzsok 10 Jahre vor ihm geologisch gearbeitet, den dortigen Sandstein von den in den mittelkarpatischen Grenzkämmen mächtig entwickelten Magurasandsteinen abgetrennt und denselben auf Grund des Einfallens unter die Melettaschiefer dem Eocän zugezählt hatte.

Die Meinung Pauls kann dadurch erklärt werden, daß er das Einfallen des Sandsteines unter die dunklen Mergelschiefer bemerkte, die er mit Recht als Äquivalent der Menilitschiefer auffaßte. Diejenige Stelle dagegen, die Vacek gefunden hatte, das heißt den Abhang des Riszkaniaberges, wo über den Schiefern die obere Sandsteinpartie liegt, hat Paul offenbar nicht gesehen und wodurch er den Sandstein der ganzen Gegend dem Eocän zurechnete.

Vacek fand dagegen, daß hier zwei Sandsteinbänke auftreten. Hat er nun aber die zwischen denselben befindlichen Schiefer nur als eine Einlagerung, und die beiden Sandsteine als einen Komplex des Magurasandsteins mit Recht betrachtet? Oder hat er vielleicht den stratigraphischen Wert der Schiefer zu gering geschätzt? Sollte man den unteren Sandstein nicht eher als einen besonderen Komplex betrachten?

Vor der endgiltigen Entscheidung dieser Frage muß man indessen nicht nur die Gegend von Uzsok, sondern auch den ganzen Grenzkamm und die anliegenden Teile der Mittelkarpaten genauer durchstudieren. Vorläufig ist nur das Eine sicher, daß die Schichten deren Alter paläontologisch bewiesen wurde, sich in drei oben aufgezählte Stufen teilen lassen. Diese sind:

a) Mergelschiefer mit Nummulites Fichteli, N. vasca, N. Boucheri und mit Orbitoiden.

b) die Schicht mit Ostrea prona und Cerithium plicatum.

c) Kalksteine mit Miliola, Orbiculina und Natica.

Ferner ist es auch sicher, daß sowohl die untere, als auch die obere Sandsteinbank konkordant über, bezw. unter den fossilienführenden Schichten lagert.

Der Vergleich des Profils von Riszkania mit den vicentinischen Verhältnissen ergibt folgende Analogien: In Oberitalien folgt auf die Schichten von San Giovanni Ilarione bezw. von Ronca der Priabonakomplex, der sich in drei Hauptstufen teilen läßt. Zu unterst liegen die Schichten von Granella, Grancona-Lonigo. Es sind Brackwasserabsätze mit massenhaftem Auftreten von Cerithium plicatum, C. margaritaceum, C. elegans = vivarii, C. coniunctum = diaboli, Cyrena semistriata. Darüber folgen die Kalke und Mergel mit Nummulites intermedius, N. Fichteli, N. vasca, N. Boucheri und zahlreichen Orbitoiden. Über den Mergeln mit Nummuliten und Orbitoiden kommt schließlich der Bryozoenmergel von Val di Lonte und Brendola vor. Dieser Mergel bildet schon den Übergang zu den Schichten von Laverda und Sangonini, die schon *Ligurien* angehören und den norddeutschen Unteroligocänschichten entsprechen.

In Riszkania bildet die Basis des fossilienführenden Komplexes die kalkige Schicht, in der neben den oligocänen noch in den Roncaschichten auftretenden Formen vorkommen, wie Cardium anomale, C. polyptyctum, Eburna caronis. Dieser Kalkstein bildet also das tiefste *Priabonien,* in welchem sich noch einige Eocänspuren erhalten haben.

Darüber folgen Schichten mit rein oligocäner Fauna, die auf ähnliche Ablagerungsverhältnisse deutet, wie im Vicentischen. Da hier eine Menge von brackischen Cerithien, Cyrena semistriata u. a. neben marinen Formen auftritt, dürften die Schichten, vom Kalkstein mit Miliolen, Orbiculinen und Natica bis zum kieseligen Mergel mit Cerithien, in einem sich immer mehr aussüßenden Meere ab-

gelagert sein. Alle diese Schichten dürfen den brackischen Schichten von Granella, Grancona-Lonigo, also dem unteren *Priabonien* entsprechen.

Über der Schicht mit Ostreen und Cerithien folgen die Mergel mit Nummulites Fichteli, N. Boucheri, N. vasca und den Orbitoiden. Diese Mergel entsprechen den vicentinischen Mergeln mit denselben Nummuliten und Orbitoiden, also den mittleren Priabonaschichten.

Über diesem Nummuliten- und Orbitoidenmergel liegt konkordant der Sandstein. Er vertritt also bei uns die oberen Priabona- oder höchstens die Sangonini-Schichten, jedenfalls noch das Unteroligocän.

Im Liegenden der fossilienführenden Schichten tritt wieder konkordant ein Sandstein auf, welcher auf Grund der untersten Kalksteinschichten, wenn nicht noch dem untersten *Priabonien*, so doch sicher den Ronca-Schichten, also dem Obereocän entspricht.

Es braucht gar nicht betont zu werden, daß Parallelisierung so weit von einander entfernter tertiärer Bildungen sehr oft nur zu fraglichen stratigraphischen Resultaten führt. Die Ähnlichkeit der Faunen ist ja öfters mehr von den Lebensverhältnissen (Faciesunterschieden), als von einem geringen Altersunterschiede abhängig. Dafür mag als Beweis angeführt werden, daß dieselben Priabonaschichten z. B. in Siebenbürgen etwas anders entwickelt sind, als im Vicentinischen und bei uns.

Die Basis derselben bildet dort der obere Grobkalk von Klausenburg, der auf dem Süßwasserkalke liegt, selbst aber rein marin ist. Es ist ein Kalkstein, der neben der Fauna, die ihn schon dem *Priabonien* zuzählen läßt, noch eine ganze Reihe Formen enthält, die denen des Pariser Grobkalks nahe stehen. Diesem Kalksteine entspricht unsere unterste Miliola- und Orbiculina Kalkschicht, welche auch Ronca-Formen enthält. Darüber folgen in Siebenbürgen mergelige Kalke mit Nummulites intermedius und zahlreichen Mollusken. Dies dürfte dem oberen Teile des unteren Priabonien und dem Intermediusmergel des Vicentinischen und unseres Profils entsprechen. Schließlich folgt in Siebenbürgen der Bryozoenmergel, der sowohl dort, als auch im Vicentinischen den oberen Teil des *Priabonien* bildet, der aber in Riszkania gar nicht entwickelt, erscheint. An seiner Stelle tritt die obere Partie des Sandsteines auf.

Wenn in Riszkania kein Äquivalent des Bryozoenmergels auftritt, so finden wir denselben doch am Nordrande der Mittelkarpaten und zwar in den Schichten von Kruhel mały stark entwickelt. Diese

Schichten [1]) enthalten eine rein marine Fauna, denen die von Foraminiferen auf die Intermediusschichten und Bryozoenmergel hinweisen; die Mollusken sogar der Sangonini-, bezw. der Lattorfer Fauna entsprechen. Wir haben also in den Schichten von Kruhel nicht nur das ganze Priabonien, mit Ausnahme der unteren brackischen Schichten, sondern auch höchst wahrscheinlich Ligurien entwickelt. Da in Riszkania das oberste Priabonien bezw. Ligurien als Magurasandstein entwickelt ist, so erweist sich hiermit die zeitliche Aquivalenz der beiden in Rede stehenden Komplexe; des Nummulitenmergels und des Magurasandsteines einerseits, der Schichten von Kruhel (Fukoidenmergel) anderseits.

Zum Schluß wiederhole ich nochmals, daß sowohl das Profil von Riszkania, als noch mehr die Vergleichung desselben mit den Schichten von Kruhel mały, positiven Wert erst nach eingehendem Studium mehrerer Punkte, und zwar nicht nur der Faunen, sondern auch der Lagerungsverhältnisse der fossilienführenden Schichten bekommen können.

[1]) Rozprawy Akad. Umiej. Kraków 1903.

Göttingen im März 1905

Nakładem Akademii Umiejętności.
Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

6 Kwietnia 1905.

PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE

1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise

(Spółka wydawnicza polska)

à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Séances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commisston de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Iagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI. XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 150 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507 1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III — VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507 1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *Annuaire de l'Académie*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*. 8-vo, 1889. — 4 k.

JUN 13 1905
12,229

N° 4. AVRIL 1905.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1905

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
IE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

Avril 1905.

ODLEWSKI. L'actinium et ses produits.

ce du lundi 3 Avril 1905.

Présidence de M. N. CYBULSKI.

Aktyn i jego produkty. *(Actinium and its suc-*
). (*L'actinium et ses produits*). Mémoire présenté par
t.

Soddy [1]) in their well known investigations on
ium have shown that it is possible to separate
e constituent which they call ThX. The acti-
decays with the time according to an expo-
equation of monomolecular chemical reactions,
e in about four days. At the same time, the
the removal of thorium X, had been deprived
activity, recovered its activity, the recovery
nentary to the curve of decay of ThX. The
overed earlier by Crookes, acts in a manner
The activity of this substance decayed accor-
ntial law, with the time falling to half value

Soddy have explained these phenomena on the
radioactive bodies are producing fresh radio-
onstant rate and that the activity of the mat-
ases according to an exponential law with the
y of these phenomena supplied the basis for
eory which supposes that the atom of a radio-
up through a series of well marked stages. The

oddy: Phil. Mag. Sep. and Nov. 1902. Trans. Chem. Soc.

Errata.

Dans le titre du travail de Mme C. Reis au lieu de: „... natatoire chez les Siluroides nebulosus" lizes „... natatoire chez les Siluroides (Amiurus nebulosus)".

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'A

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DU

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARN

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOW

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉM

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage d Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur son l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelle

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „B qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La premi aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philos consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques série contient les procès verbaux des séances ainsi que les rés çais, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présen

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8

Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90

Publié par l'Académie

sous la direction de M. Léon Marchlewsk

Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiqu

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 4. **Avril** **1905.**

Sommaire: 16. M. T. GODLEWSKI. L'actinium et ses produits.

Séance du lundi 3 Avril 1905.

Présidence de M. N. CYBULSKI.

16. M. T. GODLEWSKI. **Aktyn i jego produkty.** ***(Actinium and its successive products).*** (*L'actinium et ses produits*). Mémoire présenté par M. A. Witkowski m. t.

Rutherford and Soddy [1]) in their well known investigations on the activity of thorium have shown that it is possible to separate from it a very active constituent which they call ThX. The activity of this product decays with the time according to an exponential law i. e. the equation of monomolecular chemical reactions, falling to half value in about four days. At the same time, the thorium, which by the removal of thorium X, had been deprived of about 75% of its activity, recovered its activity, the recovery curve being complimentary to the curve of decay of ThX. The substance UrX, discovered earlier by Crookes, acts in a manner analogous to ThX. The activity of this substance decayed according to an exponential law, with the time falling to half value in 22 days.

Rutherford and Soddy have explained these phenomena on the supposition that the radioactive bodies are producing fresh radioactive matter at a constant rate and that the activity of the matter so formed decreases according to an exponential law with the time. The discovery of these phenomena supplied the basis for the disintegration theory which supposes that the atom of a radioactive body breaks up through a series of well marked stages. The

[1]) Rutherford and Soddy: Phil. Mag. Sep. and Nov. 1902. Trans. Chem. Soc. 81 321. and 807, (1902).

resulting products are quite distinct bodies, though they escape detection by chemical methods on account of the minute amount of the substance under investigation. Their existence is proved first of all by electrical measurements which allow us to make the quantitative investigations of the rate of change of these products.

On looking over the series of successive products arising from different radioactive bodies, striking similarity between the products of thorium and actinium is at once manifest. Thorium produces ThX, ThX the emanation, this gives rise to the active deposit which undergoes two further transformations, the first slow change being a rayless one, the other emitting all three kinds of rays. Actinium in like manner produces an emanation which is transformed into an active deposit which undergoes two further changes, the first being a slow rayless change and the other a rapid change.

This analogy in the number and nature of the products pointed [1]) to the possibility that there existed between the actinium and its emanation an intermediate product which bore the same relation to actinium that ThX bears to thorium. In a letter to Nature (26 Jan. 1905) I gave the preliminary results of the investigation which proved the existence of this product.

Taking into consideration the similarity of actinium and thorium, I applied to the actinium the same method which had been used by Rutherford and Soddy for the separation of ThX from thorium.

The experiments were made with the emanating substance of Giesel, which according to numerous investigations [2]), has been found to contain the same radioactive constituent as the actinium of Debierne. The saturation current due to the α ray activity of the products under investigations was measured with a quadrant electrometer of sensibility 120 divisions per volt; the needle was kept at the standard potential of 300 volts. The activity was measured by means of a sensitive electroscope. Four different sets of experiments were made which gave very concordant results.

In each case 0·15 g of the emanating substance, of activity

[1]) See: Rutherford: Bakerian Lecture: The Succession of Changes in Radioactive Bodies. Phil. Trans. of the Royal Soc. Ser A. 204 190 and 204.

[2]) See f. i. Rutherford. Bakerian Lecture Loc. cit. p. 188.

about 300 times that of uranium, was dissolved in 250 cm^3 of hydrochloric acid (about 8 % concentration). The solution was evaporated on the water bath to about 100 ccm. When ammonia was added to the solution, a reddish-brown substance (probably hydroxide) was precipitated. The precipitate collected on a filter paper, was dried as quickly as possible and then its activity was measured. The filtrate was then evaporated to dryness, and when ammonium salts were driven off by ignition, a small amount of a brown black residuum was left behind on the dish. On raising this to a red heat the colour of the residue changed from black to white. This residue was intensely active compared with the weight. Immediately after the dish was cold the activity of the residue was measured and was found to decrease slowly with the time according to an exponential law. In the same period the actinium which by precipitation had been rendered almost inactive recovered its activity, the recovery curve being complimentary to the curve of decay.

From analogy to ThX, which so closely resembles in radioactive properties, the active substance separated from actinium will be termed Actinium X (AcX).

The results of one of the series of experiments are given in table I and graphically represented in Fig. 1. In table I the first column gives the days measured from the time of separation; the second column gives the activity. The activity of AcX is expressed as a percentage of the initial activity, the maximum activity soon after seperation being taken 100. But for the actinium (deprived of AcX) the final value is taken 100.

Table I.

t in days	Activity	*t* in days	Activity
0·25	87·5	0·1	5·25
0·9	100	0·7	9·22
1·9	92·6	1·7	16·7
3·0	86·0	2·7	24·0
4·0	81·5	3·7	29·6
5·9	72·6	5·7	39·8
6·9	70·7	6·7	48·0
8·9	59·2	8·7	52·5

t in days	Activity	t in days	Activity
9·9	54·5	9·7	56·5
10·9	50·8	10·7	61·4
12·9	43·6	12·7	62·5
13·9	41·2	13·7	68·6
14·9	40·5	15·8	76·2
15·9	36·2	17·0	78·0
17·1	35·4	20·7	82·3
17·9	34·0	22·7	85·7
21·0	26·5	25·0	88·6
22·9	24·4	27·0	90·0
24·9	21·8	30·8	92·3
27·2	18·5	36·5	97·1
29·2	17·6	45·0	99·5
30·9	16·1	52·0	99·0
34·0	13·5	64·0	100
36·0	12·1	67·0	100
42·0	8·82		
45·0	7·77		
52·0	5·89		
59·0	4·63		
67·0	3·69		

In Fig. 1 curve A represents the activity of AcX as a function of the time, the activity of AcX being expressed in the same units as in table I. In the recovery curve B the difference between the maximum and the first value is taken = 100.

The activity of AcX immediately after removal was weight for weight more than a hundred times as great as that of the original actinium. In the various experiments the value of initial activity of AcX was proportional to the amount of actinium used, but was by no means proportional to the total weight of matter obtained from the filtrate. In some cases, for example, only a few milligrams of the substance was obtained, which exhibited as great activity as a few centigrams obtained in other cases. This shows clearly that in case of actinium, the substance obtained from the filtrate, which we see and weigh, does not all consist of AcX. The substance contains some impurities; in the present case, probably some of the rare earths. The amount of actinium X actually

present is so minute that it precludes the possibility of a direct chemical investigation of its properties.

We see from table I that the activity of AcX increases in the first day after removal to about 15% of its original value,

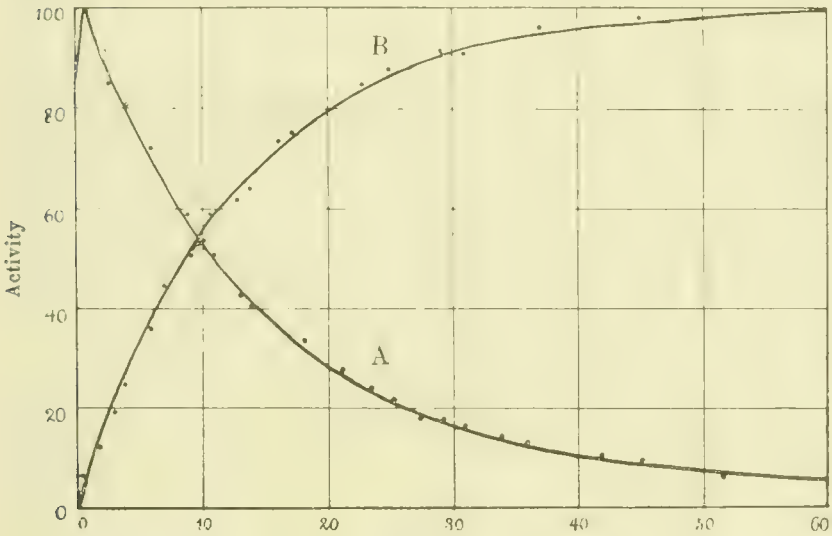


Fig. 1.

Time in days.

reaches a maximum, and then decays with the time according to an exponential law falling to half value in 10·2 days. This exponential law of decay is clearly seen in Fig. 2, where the ordinates represent the logarithms of the activity of the product AcX, and the abscissae the time after separation. On subtracting from the quantities given in the table I the number 2·70, which represents the activity of the residue which did not decay with the time the points fall accurately on a straight line as in the figure. This non decaying residue comes probably from the small amount of actinium, which is not precipitated and is therefore present in the filtrate.

The activity of actinium, from which actinium X was removed, increased so that the recovery curve was approximately complimentary to the decay curve of AcX. The small difference between the experimental and the theoretical curve, as expressed by the

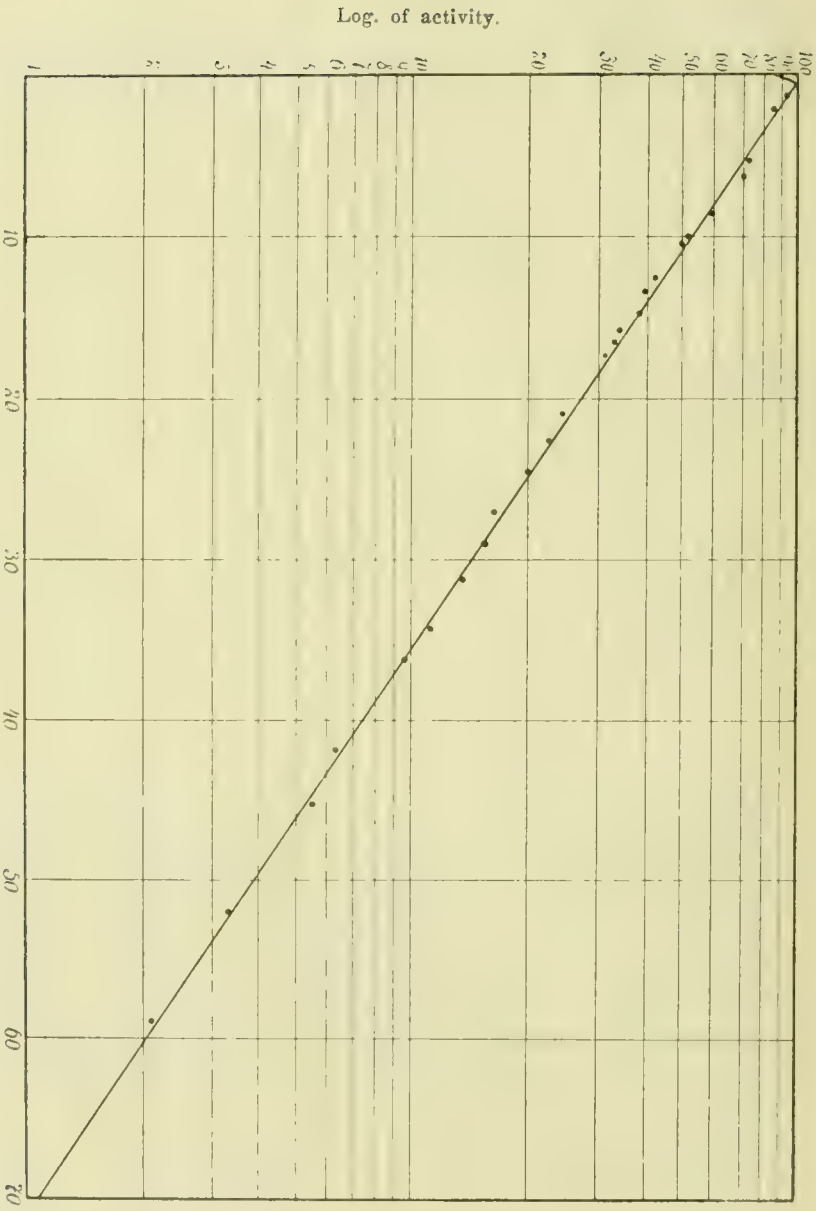


Fig. 2.
Time in days.

equation $I = I_0 (1 - e^{-\lambda t})$, where λ has the same value as in the decay curve, is probably due to a variation in the rate of escape of the excited activity, which is extremely volatile. In all cases the decay curve agreed more closely with the theoretical equation than the recovery curve.

The initial increase of activity of AcX immediately after removal (see Fig. 1 a and 2) is analogous to the similar increase of activity of ThX. The only difference is that the recovery curve of actinium does not show the same initial decay as found in the case of thorium [1]). This fact is explained by the different properties of the excited activity of actinium and thorium. The active deposit of actinium is soluble in ammonia and is volatile when heated [2]). The active deposit of thorium on the other hand, is not soluble in ammonia and is not so readily volatilised. The initial increase of activity of AcX is explained in the following manner.

When actinium is precipitated with ammonia, the active deposit is left behind in the filtrate together with AcX. In the moment, however, when we heat, the volatile active deposit is driven off also. But as soon as AcX is separated, it at once produces the emanation which gives rise to the active deposit. The activity of the latter, at first, more than compensates for the decay of activity of AcX, which has a comparatively slow change, and in consequence the activity of AcX first of all increases.

On the other hand, the actinium, when treated with ammonia was deprived not only of AcX but also of most of the active deposit. Any of the latter if still remaining in the precipitate, would be driven off during the process of drying. In consequence, when we start the measurements of the activity of the precipitate itself, no excited activity is present. The activity at once commences to increase since a fresh amount of AcX is produced which in turn gives rise to excited activity. In consequence we do not observe the initial decay in the recovery curve of actinium as in the corresponding curve for thorium.

Disregarding these small peculiarities, the behaviour of the

[1]) See Rutherford: Radioactivity p. 180 and 295.

[2]) The more complete account of the physical and chemical properties of the active deposit of actinium will be published later as the experiments are not yet completed.

product AcX, and of actinium deprived of AcX, is, as we have seen, completely analogous to that of ThX and of thorium deprived of ThX. There is however the following distinct difference. After removal of ThX, thorium always has a certain amount of residual activity about 25% of maximum value. A similar effect is observed in the case of radium, where the „de-emanated" radium has always a non separable activity of about the same (25%) value. In the case of actinium, immediately after removal of AcX, the actinium is almost inactive, its activity being only 5% of its maximum value. I tried experiments to see if this activity could not be removed by means of successive precipitations with ammonia, but although 8 pricipitations were made in the course of 7 hours the residual activity always remained. Nevertheless, the smallness of the initial amount of activity pointed to the probability that in reality the actinium itself is not active and that the residual activity observed is due to a small quantity of AcX, which is left behind. The interval between the last precipitation and the first measurement was always one hour or more, but this alone would not account for the observed current. It seems very probable that at the moment of the removal of AcX, if the separation were complete, actinium would be entirely devoid of activity. From the point of view of the theory of radioactive changes, this shows that the change of actinium into AcX is not accompanied by either α, β or γ rays or, in other words, is a „rayless" change.

By means of an electroscope, it was found that actinium X gave out all three kinds of rays α, β and γ. Now the products of excited activity are very quickly formed owing to the very rapid change of the emanation. The activity of these products are consequently measured together with AcX. It was separately proved that the active deposit gave out β rays [1]). Taking into consideration the analogy with thorium and even with radium, we should expect that the measured β activity of AcX arises not from AcX itself, but from the excited activity resulting from it. There is however strong evidence that in the case of actinium the β and

[1]) It was found that the excited activity of actinium, measured by β rays, after a long exposure decayed according to an exponential law with the time, falling to half value in 36 minutes. The complete account of these investigation will be given in another place.

probably the γ rays are emitted also by AcX itself. For instance, the curves of decay of activity of AcX measured by α and β rays are throughout identical even from their beginning; and further, the activity of AcX measured by β rays, 5 minutes after strong heating, when all the volatile excited activity should be driven off, exhibits a very great initial value, which could not be the case if the β rays were emitted only by excited activity.

It is thus most probable that AcX itself gives rise to all three kinds of rays.

Source of the actinium emanation.

In the case of thorium the product ThX was intermediate between thorium and its emanation. In order to see if AcX occupies the same position in actinium, I measured the rate of change with time both of the emanating power of AcX and of actinium from which AcX was removed. The measurements of activity of the emanation were made in a cylindrical brass testing vessel [1]) in the interior of which three insulated electrodes were placed; during the measurements one of the electrodes was connected with an electrometer and the other two were earthed.

Both actinium X and actinium deprived of AcX were placed in solutions of ammonium chloride in two bubbling flasks, and these could be successively connected with the testing cylinder in which the amount of emanation was measured. For the purpose of comparison with a substance of a standard emanating power the following arrangement was used.

The current of air passed through the bubbling bottle and carried with it the emanation of the product to be investigated. It thus passed through the testing cylinder in which the activity of the emanation was measured. On leaving the cylinder the current of air entered a glass tube 2 cms in diameter and about 2 meters long. At the end of this glass tube some fresh solid actinium was placed and the emanation from this was carried into the second testing cylinder where its activity was measured.

In this manner the same current which carried the emanation from the product under investigation, also carried the emanation from the standard actinium. In passing through the long and wide

[1]) See Rutherford: Radioactivity p 199 and Fig. 37.

glass tube the emanation which left the first cylinder decayed completely before reaching the second cylinder. By this method of measurement the emanating power of AcX was directly compared with the standard emanating power of solid actinium.

The experiments made in this manner showed:

1) That the actinium immediately after removal of AcX gives practically no emanation.

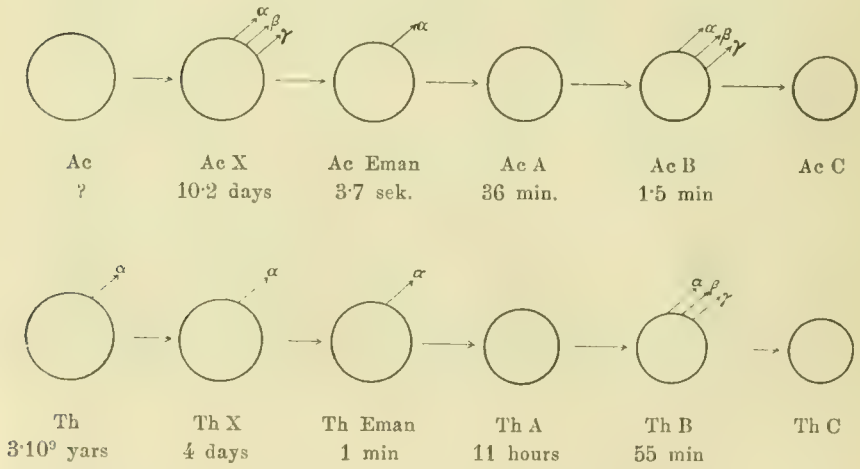
2) That the rate of increase of the emission of emanation of actinium after removal of AcX is the same as the rate of increase of its activity.

3) That the emanating power of AcX decreases at the same rate as the activity of AcX.

Since the emanation is only observed when actinium X is presend and is always proportional to the amount of actinium X, it must be a product of actinium X.

The changes occuring in actinium are shown in the following graphical representation [1]) together with the period required for transformation to half value. For comparison the changes taking place in thorium are also given.

Table 2.



[1]) See Rutherford Bakerian Lecture Loc. cit. pp. 180—190 and 204; also Miss Brookes Phil. Mag. Sept. pp. 382—384; (1904) also Bronson Amer. Journ. of Science Vol. XIX, Feb. pp. 187. (1905).

It is seen that there is a very striking similarity between the number and nature of the changes for actinium and thorium. But the periods of decay, the radioactive, chemical and physical properties of the products of actinium all point conclusively to the fact that we have in actinium a distinct chemical element.

Whilst writing this paper the December number of the „Jahrbuch der Radioactivität und Elektronik" was received containing a paper by Giesel on emanium [1]). In this paper Dr. Giesel gives an account of his investigation, in which he finds that it is possible to separate from emanium by precipitation with ammonia a small amount of very strongly active substance. The method of separation employed by him was then identical with the method I have used. I cannot, however, compare quantitatively my results with his, inasmuch as Dr. Giesel does not publish any measurements.

A short account will now be given of some experiments which are still in progress on the nature of the β and γ rays of actinium.

The β rays of actinium are completely distinct in their character from the β rays emitted by the other radio-elements, inasmuch as they are completely homogenous. This fact was established by the measurements of absorption of β rays in passing through solid bodies. The activity measured by β rays decreased strictly according to an exponential law with the thickness of matter traversed. The equation $I = I_0 e^{-\lambda d}$ where d is the thickness was applicable even in the case when I was less than $1\,^0/_0$ of its original value.

The β rays from actinium differ also from the β rays of other radioactive elements in the absolute value of the absorption constant λ which is about 2·5 times as great with actinium as with uranium. Thus the β rays of actinium have less than half the penetrating power of those emitted by any other radio-element.

The existence of the γ rays from actinium was also distinctly proved. The absorption measurements showed that the γ rays of actinium are fairly homogenous and their penetrating power was only about one quarter of that observed for the γ rays from radium. A more complete account of these investigations will be published later on.

[1]) Giesel: Untersuchungen über das Emanium (Actinium) Jahrbuch f. Radioakt. VI. pp. 375—358.

In conclusion it is my most pleasant duty to express my deepest gratitude to Prof. Rutherford for suggesting these investigations, for his kindness in the advice he has so freely given to me and for placing at my disposal all the plentiful resources of his laboratory at McGill University.

McGill University, Physic Buildung.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą

Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

3 Maja 1905.

PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise

(Spółka wydawnicza polska)

à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. Vol. V, VII Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Iagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI. XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulánowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*, 8-vo, 1889. — 4 k.

N° 5. MAI 1905.

12,229

BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITE
1905

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 5. Mai 1905.

Sommaire: 17. SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU 20 MAI 1904.
18. MM. H. GOLDMANN, J. HETPER et L. MARCHLEWSKI m. t. Recherches sur la matière colorante du sang.
19. M. ST. NIEMENTOWSKI. Sur la condensation de l'acide anthranilique avec l'éther benzoylacétique.
20. M. H. ZAPAŁOWICZ. Revue critique de la flore de Galicie. IV partie.
21. M. A. BECK. Action des rayons du radium sur les nerfs périphériques.
22. M. T. GODLEWSKI. Sur certaines propriétés radioactives de l'Uranium.

17 SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU 20 MAI 1905.

S. E. M. Julien Dunajewski, Vice-Protecteur de l'Académie, ouvre la séance au nom de Son Altesse Impériale et Royale, le Protecteur.

Le Président de l'Académie, S. E. M. le comte Stanislas Tarnowski, prononce l'allocution d'usage.

M. Boleslas Ulanowski, Secrétaire général, rend compte des travaux de l'Académie pendant l'année qui vient de s'écouler et annonce que dans la séance plénière du 19 mai. M. Guillaume Bruchnalski, professeur à l'université de Léopol, a été élu membre correspondant de la Classe de philologie.

Le Secrétaire général donne ensuite lecture des noms des savants étrangers, nommés en 1903 et 1904, membres de l'Académie, et dont l'élection a reçu la haute approbation de Sa Majesté l'Empereur et Roi.

Ce sont:

a) Dans la Classe des Sciences mathématiques et naturelles, membres titulaires:

MM. Pierre Duhem, professeur à l'université de Bordeaux,
François Kamieński, professeur à l'université d'Odessa,
Stanislas Kostanecki, professeur à l'université de Berne.

b) Dans la Classe de philologie, membres correspondants:

MM. Louis Fournier, rédacteur à la »Gazette des Beaux-Arts«, à Lyon,

Boleslas Erzepki, Secrétaire de la Société des amis des Sciences à Posen,

Stanislas Ptaszycki, agrégé à l'université de S. Pétersbourg.

c) Dans la Classe d'Histoire et de Philosophie, membres correspondants:

MM. Sigismond Celichowski, bibliothécaire à Kurnik,

Ladislas Smoleński, historien et homme de lettres à Varsovie,

l'abbé Stanislas Chodyński, prélat du chapitre à Wloclawek.

d) Dans la Classe des Sciences mathématiques et naturelles, membre correspondant:

M. Julien Talko-Hryncewicz, médecin à Troickojawsk en Sibérie.

M. Joseph Rostafiński fait ensuite une conférence sur le sujet suivant: *„La mémoire comme base générale du phénomène de la vie“*.

Enfin, le Secrétaire général proclame les noms des lauréats de l'Académie.

Le Prix Barczewski d'une valeur de 2250 couronnes, destiné à récompenser l'ouvrage d'histoire le plus méritant est décerné à M. Joseph Tretiak pour sa monographie sur: *„Jules Slowacki“*.

Le Prix Barczewski, de 2250 couronnes, pour le meilleur tableau est attribué à M. Casimir Pochwalski pour: *„Le Portrait de S. E. Zaleski“*.

Le Prix du concours institué par l'abbé, Adam Jakubowski, d'une valeur de 1400 couronnes est décerné à M. Alexandre Brückner pour son livre: *„Nikolas Rej“*.

La veille de l'assemblée générale annuelle, c'est-à-dire le 10 mai, eût lieu la séance semestrielle administrative de l'Académie.

Séance du mardi 9 Mai 1905.

Présidence de M. N. CYBULSKI.

18. M. M. H. GOLDMANN, J. HETPER et L. MARCHLEWSKI m. t. **Studya nad barwikiem krwi, IV.** ***(Studies on the blood colouring matter, IV preliminary note).*** *(Recherches sur la matière colorante du sang)*

It is well known that Nencki and Zaleski [1]) and Marchlewski and Nencki [2]) obtained by reduction of haematoporphyrin and phylloporphyrine respectively a substance of the formula $C_8 H_{13} N$, the so called haemopyrroline. According to the first two named authors haemopyrroline might be 3-methyl-4-propylpyrroline, a view which at first was shared by Küster [3]) and his coworkers, but lately [4]) called into question by him. Buraczewski and Marchlewski [5]) tried to further the problem by synthetical experiments. They reduced the synthetical methyl-propyl-maleinic imide, prepared according to Michael's and Tissot's [6]) method and obtained a minute quantity of a substance that possessed many properties of haemopyrroline; it gave for instance under the action of air a reddish brown colouring matter resembling urobilin, but these experiments were so far of purely qualitative nature and could not therefore decide the problem in question definitely.

For the pyrroline conception of haemopyrroline we have therefore so far only two, not quite binding, proofs: the empyrical formula and the fact that haemopyrroline colours firwood red. It occured to one of us (L. M.) that a strong support for the pyrroline conception of haemopyrroline might be obtained by studying its behaviour towards diazonium compounds. Pyrroline and some of its homoloques were investigated in this respect thoroughly by Fischer and Hepp [7]). These authors found that pyrroline reacts with diazonimucompounds yielding in acid solutions monoazocolouring matters, whereas in alkaline solutions in the presence of a sufficient

[1]) This Bulletin **1901**, 217.
[2]) „ „ „ 277.
[3]) Ber. **35**, 2948 (1902).
[4]) „ **37**, 2470 (1904).
[5]) This Bull. **1904**, 397.
[6]) J. f. pract. Ch. [2] **46**, 300, 312.
[7]) Ber. **19**, 2251.

quantity of the diazoniumcompound disazodyes are formed. It was also found that the diazonium radical may substitute as readily hydrogen atoms in the α as in the β position of the pyrroline nucleus, and it was therefore highly probable that haemopyrroline, should it really represent a homoloque of pyrroline, will also yield azodyes. These expectations were fully born out by experiments. We found that an ethereal solution of haemopyrroline shaken with a hydrochloric acid solution of a diazonium compound turns quickly reddish brown and on standing of the ethereal solution, which had been separated from the aequous solution, for some time reddish brown needles are formed which could represent a monoazo or a disazocompound of haemopyrroline. After this first experiment, carried out using only a comparatively small amount of haemopyrroline, we started experiments on a somewhat larger scale and found that the reaction between the product called haemopyrroline, and diazoniumcompounds is indeed far more complicated than was at first supposed and that there are formed at least three substances, of which up to now we succeeded in isolating in sufficient quantities only one.

Haemopyrroline and Benzenediazoniumchloride.

Haemopyrroline we obtained by reducing haemin with hydroiodic acid in the presence of phosphonium iodide. The haemin was prepared according to Nenckis and Zaleskis method, the quantity reduced for each experiment amounted to 5 g of haemin which were dissolved in a mixture of 100 g glacial acetic acid and 100 g of hydroiodic acid and heated on a waterbath. To this solution were added gradually 8 g of phosphonium iodide. As soon as the reduction was completed the excess of acetic acid was neutralised by adding caustic soda and distilled in a current of carbon dioxide. As soon as samples of the destilate showed no reaction with mercuric chloride we extracted the haemopyrroline with ether and treated the ethereal solution immediately with the diazoniumcompound obtained from 50 cm^3 $^1/_5$ n. aniline chloride solution, containing 2 mol. of free hydrochloric acid. The ethereal solution turned at once reddish brown and the colour gradually became dark violetish-brown. After separating the ethereal solution from the acid liquor the former yielded after a short time yellowish crystals which however after a days standing in the cold were replaced by brown

needles. These were filtered off washed with ether and then recrystallized in the following manner. They were dissolved in boiling alcohol and the solution obtained mixed with some ether saturated with hydrochloric acid and finally pure ether added. Under these conditions the crystallisation takes place rapidly and the product obtained shows a constant melting point of 233° and is, as analysis have shown, the hydrochloride of haemopyrroline-disazo-dibenzene.

Haemopyrroline-disazo-dibenzene hydrochloride crystallises in brown well developed pointed plates, resembling haemin; the crystals show faint metalic lustre, like nearly all azodyes. It dissolves in boiling alcohol comparatively easily with a violet-red colour, closely resembling the colour of permanganate solutions; in ether, benzene, chloroform it dissolves sparingly. Warm acetic acid dissolves it easily with a colour which appears more bluish than the alcoholic solution. The solution in conc. sulpuric acid appears at first bluish-violet but after some time it turns redder, and resembles at this stage alcoholic solutions.

We analyzed 6 different samples with the following results:

1) a, 0·1224 g. gave 0·0789 g. H_2O; 0·2908 g. CO_2
   b, 0·1475 „ „ 0·0879 „ „ 0·3508 „ „
2) a, 0·1065 „ „ 0·0661 „ „ 0·2566 „ „
   b, 0·1162 „ „ 18·6 cm³ N, t = 15, p = 738
3) a, 0·1181 „ „ 19·35 „ N, t = 21, p = 740
4) a, 0·1417 „ „ 0·0879 g. H_2O; 0·3414 g. CO_2
   b, 0·1300 „ „ 21·1 cm³ N, t = 13, p = 746
5) a, 0·1083 „ „ 17·5 cm³ N, t = 16, p = 746
   b, 0·1101 „ „ 0·0723 g. H_2O; 0·2650 g. CO_2
6) a, 0·1925 „ „ 0·0688 g. AgCl
   b, 0·1304 „ „ 21·6 cm³ N, t = 17, p = 742
   c, 0·1027 „ „ 0·0659 g. H_2O; 0·2453 g. CO_2

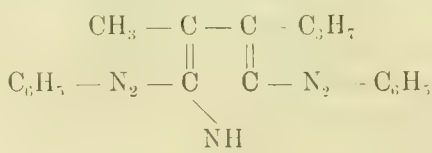
	1		2		3	4		5		6		
	a	b	a	b	a	a	b	a	b	a	b	c
C	64·79	64·86	65·71			65·70			65·64			64·94
H	7·17	6·62	6·89			6·89			7·29			7·22
N				18·20	18·16		18·74	18·49			18·76	
Cl										8·83		

	Found (middle)	Calculated for $C_{20}H_{22}N_5Cl$;	$C_{14}H_{18}N_3Cl$
C	65·27 %	65·25	63·75
H	7·01 „	6·03	6·83
N	18·47 „	19·08	15·94
Cl	8·83 „	9·64	13·48
	99·58 „	100·00	100·00

The results do not correspond exactly to the calculated values, but there cannot be any doubt, that if haemopyrroline possesses the formula $C_8H_{13}N$, the azocompound is composed according to the formula $C_{20}H_{22}N_5Cl$ and not the formula $C_{14}H_{18}N_3Cl$, viz. it is a disazocompound of haemopyrroline.

An addition of caustic alkali to the alcoholic solution of the hydrochloride of haemopyrroline-disazo-dibenzene causes a considerable change in the coloration; the tint is now purer red, resembling the colour of oxyhaemoglobin. Water added to the alkaline solution precipitates the colouring matter in the form of a very fine precipitate and ether takes it up with a fine bright red colour. By evaporating the ethereal solution haemopyrroline-disazo-dibenzene is obtained in the form of a red lustrous amorphous body, easily soluble in alcohol, chloroform, benzene, petroleum ether and so forth. Its ethereal solution shaken up with diluted hydrochloric acid yields brownish needles of the hydrochloride compound described above. By dissolving the azodye in boiling alcohol and adding boiling water it may be obtained in the crystaline state but up to now we had not sufficient material to investigate it quantitatively.

As regards the constitution of haemopyrroline-disazo-dibenzene it might be expressed by the following formula:



but we have so far no positive proofs that haemopyrroline is really methyl-propyl-pyrroline and not some other homoloque of pyrroline for instance diethyl-haemopyrroline or butylpyrroline; likewise there is no certainty that the alkylgroups occupy the β-positions.

It is however noteworthy that haemopyrroline forms so easily even in acid solutions diazocompounds and it is not improbable that this facility is in some manner connected with the constitution of the substance. An investigation of the behaviour of known bisubstituted homoloques of haemopyrroline towards diazoniumcompounds under similar conditions would prove highly interesting.

The optical properties of haemopyrroline-disazo-dibenzene are not particularly interesting. The solutions in neutral solvents cause in the spectrum two bands, corresponding to the following wave lengths:

Band 1, λ 551 — λ 532
Band 2. λ 517 — λ 495.

The hydrochloride of haemopyrroline-disazo-dibenzene, dissolved in alcohol causes only one band which is not well defined and situated on the thallium line.

In the ultraviolet part of the spectrum no bands were found by applying the photographic method.

It is of some interest that haemopyrroline-disazo-dibenzene is able to form compounds with certain metals, for instance with zinc. Zinc-acetate, dissolved in alcohol of 50 % concentration, added to an alcoholic solution of the azocolour causes a change in the colouration; the previous bright red colour is surplanted by a violet blue, and the original spectrum also undergoes a characteristic change. There are now two bands, corresponding to the following wave lengths: 1. λ 607 — λ — 577; 2. λ 563 — λ 538.

Similar compounds are formed by haematoporphyrin, phylloporphyrin and mezoporphyrin; they have a different spectrum from that characterising the alkaline solution of the substances named and it is therefore quite justifiable to suppose that the constitutions of the two kinds of metalic salts are not alike, a view which is further supported by the fact that bimethylhaematoporphyrin, which does not contain any free hydroxylgroups is still able to form distinct compounds with zinc or copper salts. These compounds must therefore be caused by the presence of an imide group in the substance named, and the fact that haemopyrroline-disazo-dibenzene also forms similar metalic compounds supplies an additionary support for this view.

The crystals with the melting point 233° are not the only pro-

duct which we succeeded in isolating from the ethereal solution containing the crude disazocompound; we mentioned already yellow crystals, the primary product of the reaction which up to now could not be isolated. But there is still a third substance formed in very minute quantities, the nature of which is not yet cleared up. It might be either an oxidationproduct of the disazocompound or its formation might indicate that haemopyrroline, obtained by destilation with steam is not a homogenous substance but a mixture of two substances of which each is able to combine with diazonium compounds. Judging from its properties and the mode of isolation the first mentioned view appears to be more probable. This substance can be isolated by working up the mother liquors of the chief product of the reaction (m. p. 233°). It crystallizes in beautiful copper-red crystals, possessing metalic lustre, dissolving in alcohol, chloroform and ether with difficulty, yielding blue solutions.

Haemopyrroline and Toluenediazoniumchloride.

Haemopyrroline-disazo-ditoluene may be obtained in exactly the same manner as the corresponding benzene derivative. Also in this case we noticed the primary yellow product, which is changed into brown crystals of the disazocompound and from the mother liquor we succeeded in isolating a very small quantity of copper-red crystals, possessing metalic lustre and dissolving in organic solvents with a blue colour.

The hydrochloride of haemopyrroline-disazo-ditoluene crystallizes exactly in the same manner as the hydrochloride of haemopyrroline-disazo-dibenzene and melts at 254. It dissolves in organic solvents with a reddish violet colour and yields with caustic soda the free azodye, easily soluble in ether, alcohol and so forth. The sulphuric acid solution is at first blue, but after some time the colour changes to reddish violet. The spectroskopic properties are very much like those of the benzene derivative. Analyses:

$$0.1125 \text{ g}, \quad v = 17{\cdot}8, \quad t = 20, \quad p = 744$$

Found	Calculated for $C_{22}H_{26}N_5Cl$
N : 17·72%	17·69%

It may be mentioned that 15 g of haemin gave 0·3 g of pure haemopyrroline-disazo-ditoluene hydrochloride.

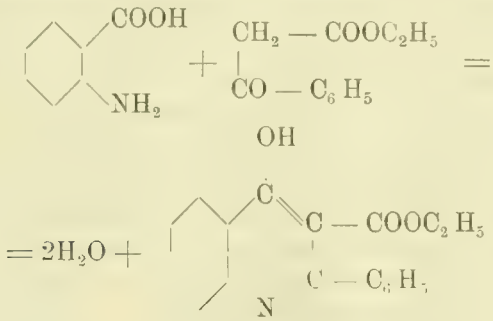
The discovery of the disazo compounds of haemopyrroline will facilitate considerably the identification of any products supposed to be identical with haemopyrroline. J. Buraczewski and one of us are engaged at present with the study of the reaction of the synthetical pyrroline derivative, obtained by the reduction of methyl-propyl-maleinic imide, and diazoniumcompounds.

---

19. M. ST. NIEMENTOWSKI m. c. **Kondensacya kwasu antranilowego z benzoyloctanem etylowym.** ***(Über die Kondensation der Anthranilsäure mit Benzoylessigester).*** *(Sur la condensation de l'acide anthranilique avec l'éther benzoylacétique).*

Die Kondensation der Anthranilsäure mit Benzoylessigester ist ein Spezialfall der allgemeinen, vom Verfasser vor 12 Jahren beschriebenen Reaktion, welche zwischen Verbindungen mit der Gruppierung $CH_2 . CO$ und zwischen aromatischen o-Amino-Karbonsäuren vor sich gehen kann.

Je nach den angewandten Mengeverhältnissen und dem Reinheitsgrade der Ausgangsmaterialien, der Einwirkungsdauer und der Temperaturgrenze der Reaktion können mehrere Körper entstehen. Als Hauptprodukt bildet sich in der Regel γ-Oxy-α-Phenyl-β-Chinolincarbonsäureester, gemäß der Gleichung



identisch mit dem von F. Just[1]) aus Anilbenzenylmalonsäureester durch innere Kondensation unter Alkoholabspaltung dargestelltem Körper vom Schmelzpunkt 262°. Daneben entstand ein bei 308° schmelzender in sämtlichen, öfters gebrauchten Solventien schwer

[1]) F. Just Ber. d. chem. Ges. **18.** 2632 1885] und **19.** 1462 1886].

löslicher Körper, von der Zusammensetzung $C_{32} H_{20} O_5 N_2$, welcher den früher beschriebenen schwer löslichen Kondensationsprodukten des Acetessigester mit Anthranilsäure und m-Homoanthranilsäure an die Seite zu stellen ist.

Wenn der Kondensationsvorgang bei höherer Temperatur (bis 240°), oder entsprechend länger fortgesetzt wird, so entsteht das symmetrische Triphenylbenzol $C_6 H_3 (C_6 H_5)_3$. (Schmelzpunkt 171°) zweifellos durch Alkohol und Kohlensäureabspaltung aus Benzoylessigester:

$$3 C_6 H_5 . CO . CH_2 . COO C_2 H_5 = 3 CO_2 + 3 C_2 H_6 O + C_{24} H_{18}$$

ein Vorgang, welcher möglicherweise durch Anwesenheit anderer Stoffe, besonders des Spaltungsproduktes der Anthranilsäure, des Anilins, katalytisch befördert wird.

Außer diesen Verbindungen wurden noch unter den Kondensationsprodukten gefunden: das Benzanilid $C_6 H_5 . NH . CO . C_6 H_5$ und zwei näher noch nicht untersuchte Körper, ein nur wenige Grade höher schmelzendes und dem γ-Oxy-α-Phenyl-β-Chinolincarbonsäureester sehr ähnliches und ein anderes, bei 318° schmelzendes Derivat.

---

20. M. HUGO ZAPAŁOWICZ m. c. **Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Część IV.** *(Revue critique de la flore de Galicie. IV partie).*

L'auteur donne la suite de son travail, qui comprend le reste des *Cyperaceae* et les *Juncaceae*, avec une quantité de nouvelles variétés et formes.

---

21. M. A. BECK. **O działaniu promieni radu na nerwy obwodowe.** *(Über die Wirkung der Radiumstrahlen auf die peripheren Nerven). (Action des rayons du radium sur les nerfs périphériques).* Mémoire présenté par M. N. Cybulski m. t.

Die Angaben Dariers und Reymond's[1]) über die schmerzstillende Wirkung der Radiumstrahlen bei Neuralgien, bei lancinierenden Schmerzen der Tabetiker etc. haben den Verfasser auf den Gedanken geleitet, die physiologische Einwirkung dieser Strahlen auf den gesunden peripherischen Nerven und dessen Endigungen

[1]) Action analgésiante des substances radioactives. Le Radium Nr. 3. 1904.

genauer zu untersuchen. Die Erforschung des Einflusses der aktiven Strahlen auf den Nervenstamm geschah hauptsächlich an Tieren (13 Kaninchen, 5 Hunden) auch an Menschen, hingegen die Untersuchung von deren Einwirkung auf die Nervenendigungen der Haut hauptsächlich an Menschen. Als Quelle der Strahlen dienten 10 Milligramm Radiumbromid von 100000 Einheiten, welche von Armet de Lysle in Nogent sur Marne bezogen worden waren und sich in der von dieser Fabrik gelieferten Dose eingeschlossen befanden.

Behufs Einwirkung auf den Nervenstamm wurden die Tiere aufgebunden und die das Radium enthaltende Büchse auf die den N. ischiadicus einer Extremität bedeckende Haut vermittels Heftpflasters und leichten Verbandes befestigt. Auf diese Weise wurden die Tiere verschieden lange Zeit behandelt. Die Dauer einer jeden Bestrahlung betrug anfangs 30 Minuten, später 3 Stunden. Um die eventuelle Wirkung der Radiumstrahlen von der etwaigen Wirkung der Anlegung des Verbandes selbst unterscheiden zu können, wurde in allen Fällen gleichzeitig auch die andere Extremität durch Befestigen einer entsprechenden runden Scheibe auf ähnliche Weise behandelt.

Die Bestimmung der Sensibilität geschah vermittels des Induktionsstromes, welcher durch entsprechende Nadelelektroden der Haut zugeleitet wurde. Hiebei wurde die Reaktion des Tieres beobachtet und mit der Reaktion auf Reizung der nicht bestrahlten Extremität verglichen.

Am Menschen wurde die Einwirkung der Radiumstrahlen auf den N. ulnaris, hauptsächlich aber auf die Nervenendigungen der Haut an verschiedenen Stellen derselben auf ähnliche Weise untersucht, wobei ebenfalls immer die Reaktion von der Reizung der bestrahlten und der symmetrischen Stelle beobachtet wurde.

Die Resultate der geschilderten Versuche können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

Von den 13 untersuchten Kaninchen wurde bei 8 Kaninchen völliges Verschwinden der Sensibilität an der Pfote der bestrahlten Seite beobachtet. Bei den übrigen Kaninchen wurde lediglich eine mehr oder minder starke Herabsetzung derselben konstatiert Bei den Hunden war diese Herabsetzung sehr unbedeutend. Der objektive Nachweis des Verlustes, resp. der starken Herabsetzung der Sensibilität konnte auch durch andere Symptome (wie z. B.

das Nichtkorrigieren künstlich hervorgerufener abnormer Stellungen des Fußes etc.) gegeben werden.

Dabei wurde bemerkt, daß bei den Tieren, bei denen die Reaktion auf Reize nicht aufgehoben war, doch durch maximale Verstärkung des Reizes (R A = O) die Reaktion nicht gesteigert wurde, also keine Schmerzäußerung hervorgerufen werden konnte. Die Herabsetzung, resp. das Verschwinden der Sensibilität war nur auf den Fuß des Tieres beschränkt, während der Unterschenkel und das Knie fast gänzlich von jeder Veränderung frei blieben.

Die konstatierte Veränderung tritt gewöhnlich bereits nach den ersten zwei oder drei Bestrahlungen auf. Vollständige Abwesenheit der Hautempfindung dauerte einige Tage an, nachher hob sich die Sensibilität allmählich ohne jedoch den früheren Grad zu erreichen.

Nochmaliges Behandeln mit Radium hatte keinen sicher nachweisbaren Erfolg mehr, gerade als wenn die Folgen der ersten Bestrahlungen auf den Nerven immunisierenden Einfluß gegen die Wirkung der Radiumstrahlen ausgeübt hätten.

Den Umstand, daß die durch die Wirkung der Strahlen hervorgerufene Veränderung sich fast ausschließlich auf den Fuß selbst beschränkte, glaubt der Verfasser dadurch erklären zu können, daß die Radiumstrahlen in dieser Quantität, wie sie ihm zur Verfügung stand, nur geringen Einfluß auf den tief gelegenen Nerven ausübte, so daß nur an der Stelle, wo eine zweite Noxe (das Umlegen der Schnur beim Fesseln des Tieres) zur ersten hinzutrat, eine Schädigung hervortrat. Daß das Fesseln allein zur Hervorrufung einer solchen Schädigung nicht genügte, folgt erstens daraus, daß dieselbe nur auf der bestrahlten Extremität, nicht aber auf der anderen zu konstatieren war, zweitens aber wurde dies durch Kontrollversuche an Kaninchen, die durch einige Tage aufgebunden, aber mit Radium nicht behandelt wurden, bestätigt.

Auf die Funktion der sensiblen Nervenendigungen in der Haut hatte nach den Versuchen des Verfassers (am Menschen) die Bestrahlung mit Radium keinen bemerkenswerten Einfluß. Wohl trat in einigen Fällen eine geringe Herabsetzung der Sensibilität, in einem Falle umgekehrt konstant eine ebenfalls geringe Steigerung derselben auf, doch waren im ganzen die Veränderungen bei weitem nicht so ausgesprochen wie die vorerst geschilderten.

Zum Schlusse berichtet der Verfasser kurz über Versuche,

welche den Zweck hatten zu eruieren, ob nach Einwirkung der Radiumstrahlen auf die Speicheldrüse (Glandula submaxillaris) irgend welche Störungen der Tätigkeit derselben auftreten. Es wurde nämlich nach längerer Bestrahlung der Drüse durch die dieselbe bedeckende Haut der Speichel beiderseits gesammelt, gewogen und auf Trockengehalt und Asche, auch auf dessen Gefrierpunkt untersucht.

Diese Versuche ergaben indessen keine positiven Resultate.

---

22. M. TADÉE GODLEWSKI **O niektórych własnością promieniotwórczych Uranu.** ***(Some Radioactive Properties of Uranium).*** (*Sur certaines propriétés radioactives de l'Uranium*). Mémoire présenté par M. L. Natanson m. t.

1. The discovery of UrX.

In 1900 Sir William Crookes [1]) showed that it is possible to separate from uranium by a single chemical operation a small amount of a radioactive substance to which he gave the name UrX. This substance was, weight for weight, many hundred times more active photographically than the uranium from which it had been separated. The uranium deprived of this substance was almost inactive.

Similar results were afterwards observed by Becquerel [2]) who also noted the important fact that uranium recovered its activity with the time, while the activity of the separated substance decayed. This phenomenon was then quantitatively investigated by Soddy [3]), by Rutherford and Grier [4]) and by Rutherford and Soddy [5]).

These investigations proved that the activity of UrX, when measured by β rays, decayed with the time according to an exponential law, falling to half value in 22 days. In the same period uranium which, by removal of UrX, was deprived of all its β activity recovered it, and the recovery curve was complementary to the curve of decay of UrX. From the point of view of the

[1]) Crookes: Proc. Roy. Soc. **66** p. 409, 1900.
[2]) Becquerel: C. R. **131** p. 137, 1900; **133** p. 977, 1901.
[3]) Soddy: Trans. Chem. Soc. **81** p. 860, 1902.
[4]) Rutherford and Grier: Phil. Mag. Sept. **1902** p. 315.
[5]) Rutherford and Soddy: Phil. Mag. Apr. **1903** p. 411.

disintegration theory this fact indicated that UrX is a successive product of uranium, and the change of UrX into its successive product was accompanied by the emission of β particles.

2. The experiments of Meyer and Schweidler on Uranium.

In 1904 Meyer and Schweidler [1]) repeated the quantitative measurements of Rutherford and Soddy with the difference, that while the latter used for separation of UrX the method of Becquerel, they made use of Crookes's method.

The aqueous solution of uranium nitrate was shaken with ethyl ether, and then the ether and water portions were separated from one another. The ether portion contained uranium nitrate deprived of UrX, and the β activity of this portion increased according to the theoretical curve, to half of its total value in 22 days. The uranium nitrate, however, when crystallized from the remaining water portion, lost its β activity at a different rate, decaying to half value in 2 days instead of 22 days. This unusual fact, that the recovery and decay curves of a radioactive product, were not complementary to one another, either pointed to the existence of a new product, or indicated some unknown radioactive phenomenon. In order to elucidate this question, Meyer and Schweidler started a series of investigations on the radioactive properties of uranium nitrate freshly crystallized from the water solutions. They substantiated the fact that uranium nitrate crystallized from the hot water solutions in the form of compact plates exhibited a peculiar radioactive behaviour. The activity of these plates decayed in the first few days after crystallization to about half of its original value, reaching a minimum after four or five days, and then increased slowly for a very long time. The time in which the minimum was reached and the initial form of the curve were both dependent on the thickness of the plate. As regards the meaning of this phenomenon, the authors suggest two possibilities; either that there is a change in the activity itself, or that the absorption of the rays is modified by the physical alteration of the crystallized pla-

[1]) Meyer und Schweidler: Untersuchungen über radioaktive Substangen II: Über die Strahlung des Urans. Sitzber. der Wiener Akad. Mathem-naturwiss. Klasse Bd. 113 Abt II a. p. 1057—1079 Juli 1904.

tes [1]). Prof. Rutherford kindly suggested to me, that I should make some investigations to explain these phenomena.

3. The separation of UrX from uranium by means of fractional crystallization.

The experiments were first made in order to find out the conditions under which this first rapid decay of the β activity of uranium is obtained.

As in the experiments of Meyer and Schweidler, equal parts of uranium nitrate [2]) and water were taken and this solution was shaken with an equal weigth of ethyl ether. The ether solution, was then carefully separated from the water solution, and both were evaporated to dryness. In the case of water solution the evaporation was continued until even the water of crystallization was driven off.

The α and β activity of both portions were then measured.

The β activity was measured by means of an electroscope [3]) of the type of C. T. R. Wilson; the bottom of the electroscope was removed and replaced by aluminium foil 0·08 mm thick, which absorbed all the α rays.

The measurements showed that uranium nitrate from the aqueous solution which contained the excess of UrX, derived from the ether solution, lost the corresponding excess of its β activity according to an exponential law with the time, falling to half value in 22 days. The ether portion, which was at first almost completely inactive, when measured by β rays, recovered its activity according to a complementary curve [4]).

The only difference between my experiments and those of Meyer

[1]) Bezüglich der Deutung dieses Verhaltens ist zunächst die Möglichkeit gegeben, dass es sich um Änderungen der Aktivität selbst handelt, oder dass durch physikalische Zustandsänderungen der Kristallplatten ihr Absorptionsvermögen beeinflusst wird. Eine definitive Entscheidung zu geben wäre verfrüht. Meyer und Schweidler, Loc. cit. p. 1075 (19).

[2]) The uranium nitrate under the experiments was obtained from Merck in Darmstadt and was labelled „extra pure".

[3]) See Rutherford, Radioactivity p. 71 and Fig. 11.

[4]) I omit the detailed numbers obtained in these measurements because the results are completely normal; and further during the time when these investigations were being made Meyer and Schweidler published a short paper (Wiener Sitzungsber., Dec. 1904) in which they showed that when a very small amount of water was present in the solution, the decay of activity of UrX was quite regular.

and Schweidler was that my uranium nitrate was deprived even of its water of crystallization by evaporation, while in the experiments of the above named authors the uranium nitrate was crystallized from the solution. This proves that the rapid decay of activity occurs only when uranium nitrate is crystallized, but it does not occur when it was obtained from the solution by evaporation which had been carried so far that the water of crystallization was driven off.

This fact being established the subsequent experiments were made in the same manner as the experiments of Meyer and Schweidler. After separation of the ether solution, the aqueous solution containing an excess of UrX was concentrated on the water bath, and was then left for a short time at the temperature of the room. The great part of the uranium nitrate crystallized at the bottom of the dish forming a compact plate, on the surface of which the rest of the solution remained. This mother liquor was poured off into another dish and was kept on the waterbath until the solution lost all except the water of crystallization. The solution, after it was taken off the waterbath, crystallized at the temperature of the room forming a compact dry plate.

The whole process of preparation and measurement was repeated many times. Table I gives one of the series of experiments. T denotes the time in days from separation to measurement. The β activity is expressed as the ratio of the activity of the investigated product to the β activity of a standard amount of uranium oxide taken as 1000. The β activity is expressed in the same units throughout this paper.

Table I.

Ether portion		Water portion			
		First crystal plate		Plate of crystal from mother liquor	
T	Activity	T	Activity	T	Activity
0·25	19	0·10	366	0·12	2190
1	57	0·32	281	0·33	1370
2	84	0·75	210	0·75	1270
3	131	1·12	219	1·12	1125
5·3	190	1·64	236	1·68	1090
6·3	220	2·9	285	2·9	1090

Ether portion		Water portion			
		First crystal plate		Plate of crystal from mother liquor	
7·3	260	4·9	344	4·9	1100
8·3	273	5·9	368	6	1120
9·3	311	7·0	399	7	1180
13·3	420	8·1	427	8·1	1210
14·3	446	9·1	440	9·1	1210
15·3	460	12·8	529	12·9	1200
16·5	480	13·8	545	13·8	1210
		14·8	572	15·7	1190
		16·4	598	18·7	1200

These results are graphically represented in Fig. 1, where the ordinates give the activity, in the same units as before, the abscissae the time in days after separation. Curve I gives the activity of the ether portion, curve II that of the first plate of crystal. curve III the activity of the plate of crystal obtained from the mother liquor.

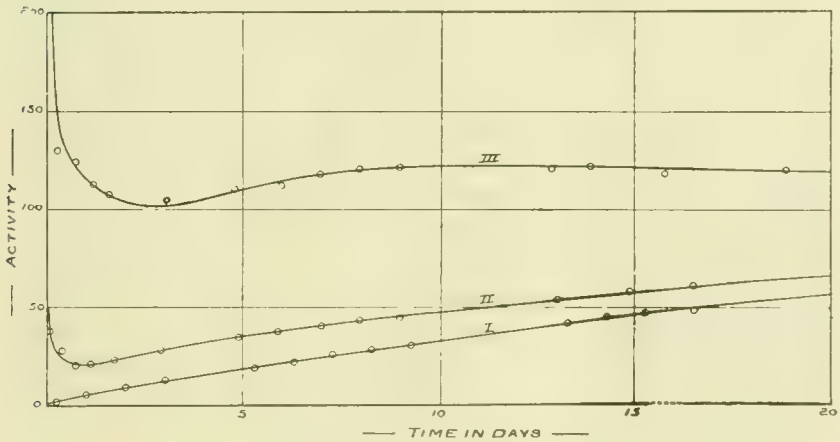


Fig. 1.

As we see the activity of the ether portion increases with the time according to the theoretical curve reaching half final value in 22 days. The activity of the first part of aqueous solutions, which contained the first crystals, falls to about half value in

about one day, this value being almost the minimum, and then increases slowly with the time. As we see from Fig. 1. the second part of curve II is parallel to curve I which shows that the activity of the first plate of crystal increases at the same rate as that of the ether portion.

The plate obtained from mother liquor (curve III), lost its activity during the first few days after crystallization. Its activity after reaching a minimum, and after a small increase remained practically constant. After two months it was observed to have decreased only 10%.

Disregarding for a moment the first rapid decrease of activity of both aqueous portions, which is exactly of the same nature as observed by Meyer and Schweidler, we see that we have the β activity in two cases increasing at the same rate i. e. the increase of activity of the ether portion and of the plate of crystal first obtained. This points to the fact, that UrX was removed not only from the ether portion, but also in some degree from first obtained crystals. The mother liquor must contain then the greater excess of UrX.

In connection with this, experiments were made with fresh uranium nitrate, and they showed that by even one crystallization it is possible to separate the uranium nitrate into two parts namely the crystals and the mother liquor, the latter part containing seven times as much of UrX as the former. By means of several fractional crystallizations we can deprive uranium almost completely of the substance UrX, which is so readily soluble in water.

This at once explains the radioactive behaviour of the crystals first obtained from the aqueous solution after treatment with ether. A large part of the UrX remained in the motherliquor and the crystals themselves contained even less than the equilibrium amount of UrX. In consequence, the activity of the crystals must increase according to a recovery curve of UrX. The experiments show that this is really the case. (See curve II on Fig. 1.)

In a similar way we can equally well explain the increase of activity observed by Meyer and Schweidler [1]) in the crystals of uranium nitrate obtained from water solution.

If in these experiments some part of motherliquor was poured

[1]) Meyer and Schweidler Loc. cit. p. 1074, Figs. 6 and 7.

off the surface of the plates of crystals, the uranium crystals would contain less of UrX than the uranium itself in a state of equilibrium. The increase of activity would thus be due to the recovery of the separated UrX. And in fact the authors state that this part of the curve corresponds to the constant of 22 days.

The activity of the crystals obtained from the motherliquor at first decayed very rapidly and, after reaching a minimum, increased a very small amount and finally remained almost constant falling only 10 per cent during two months. This is shown in curve III.

The percentage decrease observed in this experiment is smaller than the percentage rise observed in curves I and II. This is due to the fact the layer of crystals finally obtained from the mother liquor was about three times as thick as in the previous fractions. In other experiments, where the thickness of the plate was relatively very small, the excess of activity diminished regularly and in a more marked degree.

4. The effect of crystallization on the activity of uranium nitrate.

We shall return now to the initial rapid decay of activity of uranium nitrate immediately after it was crystallized in the form of plates from the aqueous solution.

A decay quite analogous to that shown in the first part of the curves II and III was also obtained, when uranium nitrate had been obtained from the pure aqueous solutions, when no ether separation was applied. The following is one example. 25 grams of uranium nitrate were dissolved in a small amount of water; the solution was evaporated on a water bath till it lost all excess of water. This solution of uranium nitrate in its water of crystallization was kept for some minutes at the temperature of the room, where it crystallized forming a compact dry plate. The variation of activity with the time was then measured and one of the examples is given in the Table II, where T is time reckoned in hours from the moment of crystallization to the measurement.

Table II.

T (in hours)	β Activity
0	1310
2·25	1130

T (in hours)	β Activity
4·5	1030
23	895
44·5	880
52	885
71	875
95	880
120	890

We see that immediatelly after crystallization, the activity decays reaching a minimum after about two days.

The measurements of Meyer and Schweidler were then once more confirmed. The fact that the minimum was reached in a shorter time after crystallization in the experiments of the writer than in those of Meyer and Schweidler is fully explained by the difference in experimental conditions which greatly influence this period.

This decay of activity after crystallization at first suggests the existence of some other product besides UrX. But the absence of the complementary recovery curve contradicts this supposition. And further the rate of decay of radioactive products is generally independent of conditions. In these experiments, however, the time when the minimum was reached, as well as the form of the curve, was dependent upon many factors. In different experiments, the relative values of the activity at the minimum point and the rates of decay, were dependent upon the thickness of the plate of crystals, and upon the concentration of the solution from which the crystals were obtained. In consequence, it would be difficult to suppose the existence of some other product.

The supposition of Meyer and Schweidler [1]) that the phenomena are produced by some changes in absorbing power of the plates of crystals cannot explain the observed fact. when we take into consideration that the activity measured by α rays does not exhibit the same behaviour. The experiments of Meyer and Schweidler showed that the α activity remained practically constant. The writer made also experiments which completely confirmed this fact. And every change in absorbing power of the plates would be, of course,

[1]) Meyer and Schweidler Loc. cit. p. 1075 (19).

first of all shown by variation af α activity. Since these results can neither be explained by the existence of a new product nor by a change in absorbing power there remained the possibility that the process of crystallization alone influences the β activity of uranium nitrate. In order to show whether this was really the case, the following experiments were undertaken.

The hot solution of uranium nitrate containing only the water of crystallization was put under the electroscope. After about two minutes the disturbance of the gold leaf produced by heating effect ceased, and it was then possible to investigate the effect due to the process of crystallization by measurements of the activity. The experiments showed that at the moment when the crystallization started, the β activity commenced to increase very rapidly reaching the maximum when the crystallization was finished.

The following is an example of the experimental results obtained. 25 grams of uranium nitrate were dissolved in some water and evaporated in a flat glass dish on a water bath until it lost all the excess of water. The dish containing this hot solution of uranium nitrate in water of crystallization was then put under the electroscope. After three minutes the activity could be measured with accuracy. The results are shown in Table III where T is the time in minutes from the moment when the solution was taken off the waterbath.

Table III.

T (in minutes)	Activity
3	900
4	890
5	910
6	900

At this period the crystallization started.

8	1000
10	1180
12	1250
14	1350
17	1530
22	1710
27	1780

At this period the crystallization ended.

30	1780
35	1780

On the surface of the plate some drops of distilled water were now added, and the dish was placed again on the waterbath, so that the crystals melted in the water of crystallization. The measurements were repeated in the same manner as before.

In the moment when the second crystallization started, the activity of the solution was 1530; when it was finished the activity of the plate was 2830.

After the third crystallization the activity was 2940.

The fourth and fifth and sixth crystallization did not cause a further increase of the activity.

This maximum activity then decayed with the time and reached the value 935 after three days, and disregarding small irregular oscillations, remained constant at this value through many weeks.

Similar experiments were repeatedly made and gave exactly the same qualitative results.

These experiments show that the β activity of uranium nitrate is very considerably augmented by the actual process of crystallization and it will be proved later that the decay of activity, noted immediately after crystallization, is due to the loss of this excess of activity produced by crystallization.

The explanation of the increase of activity at the moment of crystallization is very simple. We know that all the β activity of uranium proceeds not from the uranium itself, but from UrX. But UrX is so readily soluble in water that it is possible, as we have seen, to separate UrX from uranium by fractional crystallization. If, as is usually the case, the hot uranium solution starts to crystallize from the bottom of the dish, first of all uranium itself crystallizes and UrX is pushed in the direction of the surface. When the whole mass is solidified we get a plate which contains on the surface an excess of UrX and in the lower layers a deficit of this substance. The β rays which come from the UrX, present near the surface, emerge with little absorption in the mass uranium itself, and thus the β activity must be larger than when UrX is uniformly distributed throughout the plate. In the same way we can explain the steady growth of activity during the actual pro-

cess of crystallization when UrX is continually passing to the upper layers.

Many observed experimental facts prove with certainty the correctness of this explanation of the increase of β activity produced by crystallization.

For instance we do not get the increase of β activity when the solution is continuously stirred during the crystallization so that instead of a compact plate there is a powder composed of very small crystals. Moreover, under suitable thermal conditions, the crystallization may be started at the surface instead of at the bottom, and then the increase of activity is not observed after crystallization, but on the contrary there is often a decay.

This last fact suggested to me a decisive test. If the increase of activity during the crystallization is due to the fact that UrX is pushed to the upper layers when the crystallization starts from the bottom of the vessel, then the lower layers of the plate of crystal should contain less of UrX. In order to see if this was really the case, I took a plate of crystal of which the activity was 1840. The plate was cut across so that it could be removed from the dish and it was then taken out and inverted so that the under surface faced the electroscope. The activity was found to be 528.

This experiment shows quite clearly the truth of the explanation of the rise of activity during the process of crystallization. By the crystallization UrX was pushed to the upper layers; when we turn the plate, the upper layers containing the excess of UrX are now underneath and, before reaching the electroscope, the β rays. which start from UrX, must pass through the whole thickness of the plate whereby they are to a great extent absorbed. And for this reason the activity of the plate, when it was turned over, was only one third of the activity measured from the upper side.

5. Diffusion of UrX.

The results obtained in the preceding section can now be used to explain the first rapid decay of β activity of uranium nitrate after crystallization from the water solution.

We saw that in the case when uranium nitrate was obtained by evaporation from the solution, and not by crystallization, this first decay was not exhibited. Mereover, it was pointed out that

when the hot solution was stirred during crystallization, no increase of activity at the end of the crystallization was observed. It must now be noted that in this case we did not get any decay after crystallization.

We see then that the first rapid decay is the decay of the excess of activity produced artificially by crystallization, when the latter caused the uneven distribution of UrX throughout the plate.

This suggests the probability that the decay of β activity in the first days after crystallization is produced by the diffusion of UrX from the upper layers of the plate, where it was in greater concentration, to the lower, where its concentration is smaller. Thus if we observe the decay of activity when the upper surface is turned to the electroscope we should expect to see the analogous increase when the bottom of the plate faces the electroscope. Experiment showed this to be the case. Some of the experimental results are shown in Table IV where T gives the time reckoned in hours from the moment of crystallization to the corresponding measurements.

Table IV.

T.	β Activity of the plate when turned with the upper surface to the electroscope.	T.	β Activity of the plate when turned with the lower surface to the electroscope.
0	1840	0·1	538
16	1310	16	747
42	1030	42	731
68	1010	68	950
The same experiment made with a very thin plate			
0	760	0·1	570
1	740	1	600
2	730	2	620
3·7	720	3·6	630
4·5	700	4·5	650
23	690	23	680

In order to completely establish that we here have to do with the diffusion of UrX through the plate from the layers of higher to lower concentration, the following experiment was made.

Fifty grams of uranium nitrate were treated with ether and from the remaining ether solution 15 grams were obtained consisting of uranium nitrate but almost completely free from UrX. When ether had been evaporated some drops of nitric acid were added to uranium nitrate and this was dissolved in hot water. The solution was evaporated till it lost all the excess of water, and then was kept at the temperature of the room for some minutes where it crystallized forming a dry plate of crystal. The activity of this plate measured 65.

In the other vessel 25 gr of uranium nitrate were heated on the waterbath till it melted in its water of crystallization. This solution was then taken off the waterbath and when the crysiallization started, 9 gr of the hot solution were poured on the surface of the first plate of crystal. The solution crystallized then in a few minutes forming the upper layer of the former plate.

In this manner a plate was made artificially which did not contain in the lower layers any UrX at all, but on the surface it did contain an excess of UrX.

The plate was cut off from the dish and the activity from both surfaces was measured. The results are shown in the table where T gives the time in hours after the crystallization.

Table V.

T (in hours)	Activity of the plate when turned with the upper surface to electroscope.	T (in hours)	Activity of the plate when turned with the lower surface to electroscope.
0	1035	0·1	196
2·5	865	0·8	221
18	665	2·5	239
20·7	637	18	367
27·5	619	20·7	417
43·3	585	27·5	430
		43·7	488

It is seen that the activity measured from the upper surface decreases, and that from the bottom surface increases both approximating to a common value.

This experiment shows that when we have a plate of crystal

of uranium nitrate in which the substance UrX is unequally distributed UrX diffuses from the places where it is in higher concentration to places where its concentration is lower.

This diffusion of UrX therefore explains the first rapid decay after crystallization. We see also that the period during which the minimum activity is reached should depend on the thickness of the plate, and such is the case.

6. The possible causes of the diffusion.

The question now arises in what manner and under the influence of what forces does this diffusion take place? Only two explanations appear possible.

It may be supposed that some part of the UrX is dissolved in a small amount of water and diffuses in a state of solution between the crystals under the influence of capillary forces. The crystal plates under investigation, however, seemed to be completely dry [1]) and the diffusion took place even when a part of water of crystallization had escaped from the crystals on the surface. Therefore the supposition that the UrX diffuses in the state of solution does not seem to be probable.

And if the diffusion does not take place under capillary forces we are here dealing with a „solid solution". The crystals and the total mass of uranium are the solvent and UrX is the dissolved body. And then the UrX diffuses through the crystals from places of the higher to lower concentration.

We define the solution as a mixture of two substances, which is not a mechanical one, but is accompanied by the molecular penetration of both substances.

The process of formation of UrX points to the fact that we really have here a mixture of this kind. An atom of uranium breaking up by expulsion of one particle, changes into an atom of UrX. But it always remains surrounded by the other atoms and molecules of uranium. It is not possible to imagine deeper molecular penetration as existing for the atoms which previously were the atoms of the parent body.

[1]) Meyer and Schweidler who first observed this decay of activity after crystallization, due as we saw to diffusion of UrX, pointed out that the plates investigated were completely dry (vollkommen trocken). Loc. cit.

Throughout a given mass of uranium, single atoms of UrX are dispersed. Thus if we consider the total amount of UrX present at a given moment in a given quantity of uranium, we may assume that all this UrX is „dissolved“ in the uranium. The observed fact of the diffusion of UrX confirms this supposition. The diffusion of UrX goes in the direction from higher to lower concentration; we may conjecture from higher to lower osmotic pressure. But this osmotic pressure whilst it might control the diffusion cannot be imagined as completely analogous to the osmotic pressure as known in fluid solutions. In the case of extremely weak concentration of UrX the ordinary osmotic pressure would be a vanishing quantity. But in the present case the forces which guide the diffusion must be extremely great in order to overcome the immense resistance due to friction. These forces can only result from the reciprocal action between the molecules of the parent body and the atoms of its product and appear to be of a special radioactive type.

Just as UrX is dissolved in its parent uranium, so the other radioactive products should be dissolved in their parent. There are some experimental facts which confirm this supposition. We know that radium and thorium give out a gaseous emanation as one of their successive products. The emanation is produced at a constant rate, which does not depend on any physical or chemical agencies, but the escape of the emanation from the body is variable in character and dependent on different conditions. For instance, radium and most of the compounds of thorium give off little emanation when in a solid state. The emanation is stored in the body itself in considerable amount. We may suppose that in reality just as UrX was dissolved in uranium so the radium and thorium emanations are dissolved in radium and thorium.

When the parent body is dissolved the emanation is no longer held bound in the solid solution, and it can readily escape from the water. And it is a fact that all substances have the maximum emanating power when dissolved. The increase of emanating power in presence of moisture can be explained in the same manner.

We know further that generally the solubilities of gases decrease with the temperature. And indeed the emanating power of almost all radioactive bodies increases when the temperature is raised, reaching a maximum at a dull red heat. At this tempera-

ture the solubility should be minimum and all the emanation escape.

But the solubility of thorium emanation is not the same in all compounds of thorium. A compound like the hydroxide or carbonate possesses an equal emanating power in the solid state as in solution. This would indicate that thorium emanation so readily soluble in thorium nitrate and soluble in thorium oxide is not so readily soluble in thorium hydroxide or carbonate. We should then expect that in the last cases the emanating power should not be influenced by variation of temperature. The experiments of Rutherford and Soddy [1]) show that this is the case.

The existence of „deemenated" products after strong ignition whereby many physical and chemical properties of the compound are changed, can be also explained by the change in dissolving power of these compounds. Further investigations will show if this generalisation of the fact observed in the case of uranium is justifiable.

Further experiments on this subject are in progress. Analogous experiments will also be tried with other radioactive products in order to see if this explanation is general.

In conclusion I wish to express my best thanks to Prof. Rutherford for the interest he took in this work and for the encouragement I received from him.

[1]) Rutherford and Soddy, Phil. Mag. Apr. 1903 p. 453.

McGill University. Physics Building.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą

Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

16 Czerwca 1905.

PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Séances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussovianii Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski, A. Lewicki 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV. Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII. Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Iagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI. XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1554, 1570. ed Szujski 6 k. — Vol II. Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski 6 k. Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1663 ed. Szujski 6 k. — Vol VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed A. Sokołowski 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed V Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1552. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1672—1674 ed Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*, 8-vo, 1889. — 4 k.

N° 6. JUIN 1905.

12,229

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1905

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ETE FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 6. Juin 1905.

Sommaire: 23. M. A. W. WITKOWSKI. Sur la dilatation de l'hydrogène.
24. M. M. RACIBORSKI. Propriétés oxydantes et réductrices de la cellule vivante. I-ère partie. Sur la faculté oxydante de la surface absorbante de la racine des plantes à fleurs.
25. M M. RACIBORSKI. Sur le genre des Fougères Allantodia Wall.
26. MM. W. BACZYŃSKI et S. NIEMENTOWSKI. Dioxyacridinecétone et ses dérivés.
27. M. THAD WIŚNIOWSKI. Sur l'âge des couches à Inocérames dans les Carpathes.
28. M. R. NITSCH. Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe). III-ème partie.
29. Compte rendu de la Commission physiographique, vol. 38.

Séance du lundi 5 Juin 1905.

PRÉSIDENCE DE M. N. CYBULSKI.

23. M. A. W. WITKOWSKI m. t. **O rozszerzalności wodoru.** ***(Sur la dilatation de l'hydrogène).***

(Planches IX, X).

Le problème de la détermination expérimentale des lignes isothermiques de l'hydrogène aux températures basses a été proposé et résolu, il y a dix-sept ans, par S. Wróblewski. Bien que les résultats de cette étude, publiés dans le mémoire posthume de ce savant „sur la compressibilité de l'hydrogène" [1]) méritent toute notre admiration, à cause des difficultés extrêmes que son auteur dut surmonter, en opérant en 1888 à des températures très basses, je me suis pourtant décidé de la reprendre. C'est qu'en utilisant les progrès accomplis depuis cette époque dans la manipulation des réfrigérants, on pouvait espérer d'arriver à des résultats plus sûrs, et de pousser les recherches au delà de la limite de —182·5°, à laquelle s'était arrêté Wróblewski. La méthode employée par nous était d'ailleurs différente de celle de Wróblewski. Le présent travail couvre un champ s'étendant de +100 à —212 degrés, limité par la pression de 60 atmosphères.

[1]) Sitzungsber. der Akad. d. Wiss. Wien, Bd. XCVII, IIa. 1888, p. 1321.

§ 1. Notations. Une quantité quelconque de gaz, occupant à l'état normal (température 0° C., pression $p_0 = 1$ atmosphère) le volume v_0, est réduite au volume $\eta_0 \cdot \frac{p_0 v_0}{p}$ si, la température étant maintenue à 0°, la pression s'élève à p. Changeons ensuite la température de 0 à θ degrés, en maintenant la pression constante p, le volume prendra alors la valeur:

$$v = \eta_0 (1 + \alpha_{p,\theta} \cdot \theta) \frac{p_0 v_0}{p}$$

ou bien, en admettant

$$\eta_\theta = \eta_0 (1 + \alpha_{p,\theta} \cdot \theta),$$

la valeur

$$v = \eta_\theta \cdot \frac{p_0 v_0}{p}.$$

Le coëfficient η_0, fonction de la pression p seule, d'ailleurs peu différente de l'unité, devra être déterminé à l'aide des recherches spéciales sur la compressibilité à la température fixe de 0°. Le coëfficient $\alpha_{p,\theta}$, fonction de p et θ, fait l'objet de la présente étude.

On voit immédiatement qu'un réservoir de capacité s, chargé à θ degrés, sous une pression p, contiendra une quantité de gaz laquelle, réduite à l'état normal, occuperait un volume

$$M = \frac{p\, s}{p_0\, \eta_\theta} = \frac{p\, s}{p_0\, \eta_0\, (1 + \alpha_{p,\theta} \cdot \theta)}.$$

Dans ce qui suit on supposera $p_0 = 1$, $v_0 = 1$, en exprimant les pressions en atmosphères, les volumes par leur rapport au volume normal.

§ 2. Méthode expérimentale. Pour déterminer les valeurs du coëfficient de dilatation α, correspondantes aux différentes températures θ et pressions p, je me suis servi d'une méthode identique en principe à celle dont j'ai fait usage dans un travail antérieur (sur les propriétés thermodynamiques de l'air atmosphérique [1]). Elle consiste en ce que l'on charge simultanément de gaz comprimé, sous une pression commune p, deux réservoirs de capa-

[1]) „Rozprawy" de l'Acad. de sc. Cracovie, vol. XXIII, Ser. I. 1891, voir aussi Philosophical Mag. April 1896.

cités s_0 et s, dont le premier est maintenu à la température 0°, tandis que l'autre est chauffé ou refroidi à une température quelconque θ. En les déchargeant ensuite dans des appareils volumétriques convenables on détermine, dans des conditions ordinaires de température et de pression, les quantités de gaz dont était chargé chacun d'eux. On a

$$M_0 = \frac{p\, s_0}{\eta_0}, \quad M = \frac{p\, s}{\eta_0 (1 + \alpha_{p,\theta} \cdot \theta)}$$

d'où il suit:

$$\alpha_{p,\theta} = \frac{M_0\, s}{M s_0\, \theta} - \frac{1}{\theta}, \quad \eta_\theta = \eta_0 (1 + \alpha_{p,\theta} \cdot \theta). \tag{1}$$

§ 3. Description sommaire de la partie piézométrique et volumétrique de l'appareil. En renvoyant le lecteur pour les détails de construction et de calibrage au mémoire cité ci-dessus, je me bornerai ici aux indications indispensables. Les réservoirs s_0, s (fig. 1) en verre épais, que je nommerai piézomètres, sont réunis par des tubes capillaires en verre, σ_0 et σ, à deux robinets doubles en bronze, à vis pointues en acier k_0 k_0' et k k'. A l'aide de ces robinets on peut charger les réservoirs s_0 et s par l'intermédiaire d'un tube capillaire en cuivre, Z, ou bien, k_0 et k étant fermés, les décharger, en ouvrant les vis k_0' et k', dans les volumètres E_0, E. Chacun de ces derniers est composé d'un tube vertical en verre, pourvu de cinq renflements de 40 cm³, la capacité totale de chaque volumètre étant de 240 cm³ environ. Entourés de manchons en verre, qui contiennent de l'eau, agitée par un courant d'air, et de thermomètres divisés en 0,05°, les volumètres communiquent par des tubes en caoutchouc avec des manomètres à mercure M. Les volumètres, portant une division gravée sur les parties étroites du tube sont soigneusement jaugés par des pesées à mercure.

Le gaz déchargé dans les volumètres y occupe un volume u que l'on peut régler à volonté par l'abaissement des tubes manométriques M, de même que le petit volume a ($^1/_2$ cm² environ), déterminé une fois pour toutes, dans les tubes capillaires a_0, a, en cuivre, qui réunissent les piézomètres aux volumètres. On détermine la pression B du gaz déchargé de manière usuelle à l'aide d'un cathétomètre.

§ 4. Détermination des volumes. Les vis k_0, k_0' et k k'

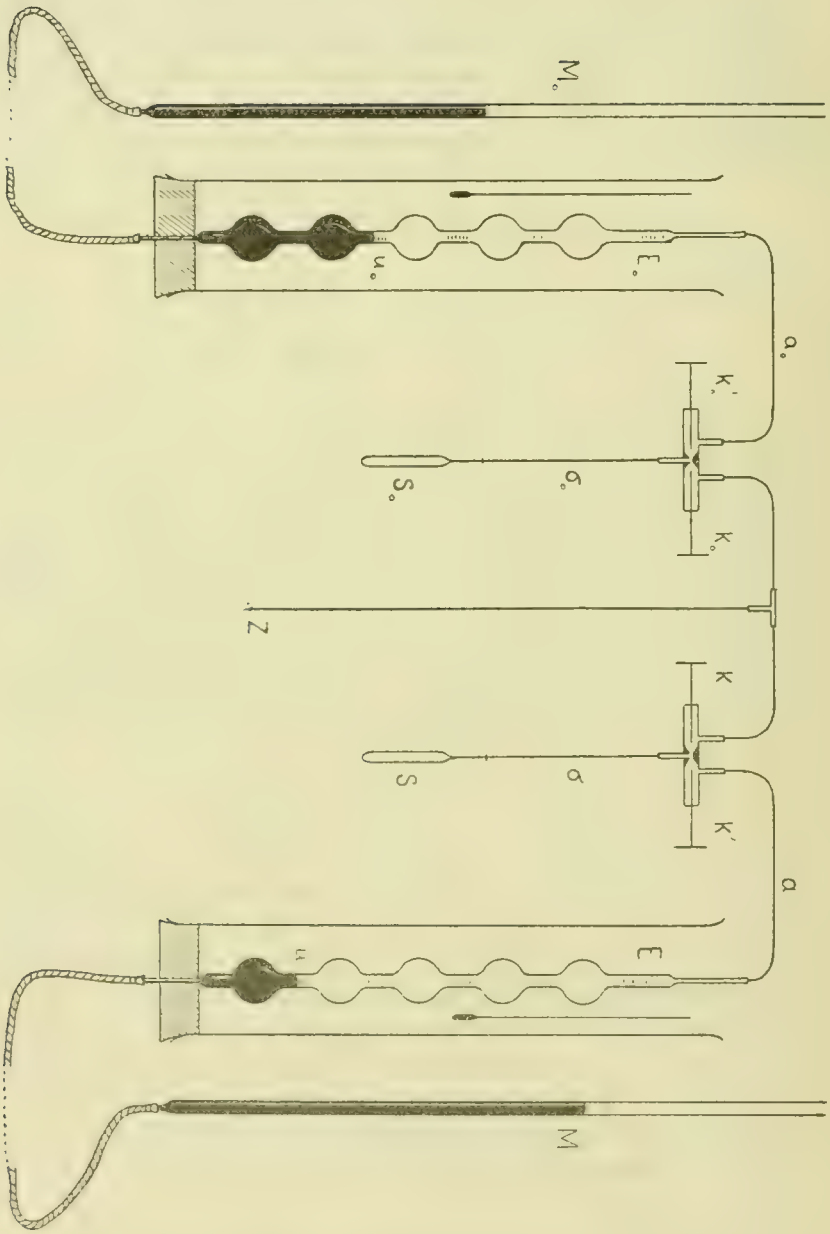


Fig. 1.

étant fermées, le gaz emprisonné sous pression p dans les piézomètres y occupe les volumes suivants:

1) le volume s du réservoir, correction faite de la dilatation du verre [1]), de l'effet de la pression intérieure et de la profondeur de l'immersion du tube capillaire dans le bain réfrigérant;

2) la partie inférieure du tube capillaire σ, en dehors du bain réfrigérant, mais refroidie par les vapeurs qui montent du bain. Le volume σ' de cette partie du tube variait de 1 à 2 millimètres cubes. On déterminait sa température moyenne τ' à l'aide d'un couple thermoélectrique fer-constantan, réuni à un millivoltmètre;

3) la partie supérieure du tube σ (volume variant de 3 à 4 mm^3) et le petit volume (environ 2 mm^3) déterminé une fois pour toutes à l'intérieur des robinets. L'ensemble forme un „volume nuisible" σ'' de 5 à 6 mm^3, à la température τ'' de l'air ambiant.

La capacité des piézomètres s, ainsi que leur coëfficient de dilatation, étaient déterminés à plusieurs reprises par des pesées à mercure. On employait des piézomètres de différentes capacités, de 1000 à 9000 mm^3 (en chiffres ronds), selon la temperature et la pression, auxquelles on désirait opérer.

§ 5. Formules de réduction. Les deux piézomètres, chargés de gaz sous la presion commune p, en contiennent les quantités suivantes (exprimées en millimètres cubes normaux):

a) Le piézomètre dont le réservoir est maintenu à 0°:

1) dans le réservoir s_0 une quantité $M_0 = \frac{p\, s_0}{\eta_0}$;

2) dans l'espace nuisible σ_0 une quantité

$$m_0 = \frac{p\, \sigma_0}{\eta_0 (1 + \alpha \tau'')}.$$

[1]) En m'appuyant sur les déterminations du coëfficient de dilatation du verre, aux températures basses, dues à M. I. Zakrzewski (voir ce Bulletin, Dec. 1889) et à M. M. Travers, Senter, et Jaquerod (Transactions R. S. London, Ser. A. Vol. 200, p. 138) j'ai adopté la valeur $\gamma_\theta = n . \gamma_{100}$ pour le coëfficient moyen de dilatation cubique du verre de 0° à θ°, γ_{100} étant le coëfficient de 0° à 100°, n un nombre tiré de la table suivante:

θ	n	θ	n
— 78	0,850	— 190	0·765
— 100	0·832	— 200	0·758
— 150	0·796	— 210	0·750

Désignons la somme $M_0 + m_0$ par μ_0; on a évidemment

$$m_0 = \frac{\mu_0\, \sigma_0}{\sigma_0 + s_0\,(1 + \alpha\tau'')}\,; \qquad \text{donc: } M_0 = \mu_0 - m_0\,.$$

Pour α il suffit d'y prendre la valeur 0·00366, ou, de préférence, la valeur exacte, connue d'après les expériences préliminaires.

b) Le piézomètre refroidi à θ^0 contient:

1) dans le réservoir s une quantité

$$M = \frac{p\, s}{\eta_0\,(1 + \alpha_{p,\theta}\,.\,\theta)}\,;$$

2) dans la partie froide du tube capillaire:

$$m' = \frac{p\, \sigma'}{\eta_0\,(1 + \alpha_{p,\tau'}\,.\,\tau')} = \frac{M_0}{s_0}\,\frac{\sigma'}{1 + \alpha_{p,\tau'}\,.\,\tau'}$$

3) dans le reste de l'espace nuisible

$$m'' = \frac{p\, \sigma''}{\eta_0\,(1 + \alpha\tau'')} = m_0\,\frac{\sigma''}{\sigma_0}$$

d'où l'on trouve:

$$M = \mu - m' - m'',$$

μ étant la quantité totale, calculable d'après les indications du volumètre, de la manière suivante.

Désignons par u et w les volumes occupés par le gaz dans le volumètre après et avant la décharge, w étant généralement un volume très petit, un petit reste de la charge de l'expérience précédente. Soient B et b les pressions indiquées par le manomètre M, exprimées en millimètres de mercure, toutes réductions faites (en ce qui concerne la pression barométrique, la dépression capillaire et la température) das les deux cas; t la température du volumètre. Mettons pour abréger:

$$u\,[t, B] = u\,.\,\frac{B}{760\,(1 + 0{\cdot}003662\,.\,t)}\,.$$

On aura alors pour le piézomètre refroidi à θ^0, par exemple,

$$\mu = u\,[t, B] - w\,[t, b] + a\,[\tau'', B - b] + \\ + (k + \sigma'')\,[\tau'', B] + \sigma'\,[\tau', B] + s\,[\theta, B]\,^{1)}.$$

[1]) En calculant le dernier terme pour des températures θ très basses il convient d'employer un coëfficient dont la valeur surpasse légèrement 0·003662, et qu'on pourra évaluer avec une précision suffisante, sachant que pour $\theta = -190^0$ il est 0·003672 (Travers et Senter, Brit. Assoc. Rep. 1901).

Les valeurs de θ, s, σ doivent se rapporter au moment précis, où la détermination volumétrique est faite. k dénote un petit volume (14 mm^3), ajouté par le dévissement du robinet de décharge.

Ayant calculé de cette manière les quantités M et M_0 on trouvera $\alpha_{p,\theta}$ et η_θ d'après les formules (1) du § 2.

§ 6. Le thermomètre. Le thermomètre à hydrogène, employé dans ces recherches pour déterminer la température θ des bains froids (fig. 2), était copié, quant à la disposition générale, sur l'excellent modèle décrit par M. M. Travers, Senter et Jaquerod, qui avait été employé par ces savants dans leurs recherches sur les coëfficients de pression de l'hydrogène et du hélium [1]) Cependant j'ai introduit quelques modifications de détail (par exemple un robinet K à trois voies, pour faciliter le remplissage avec de l'hydrogène, sans déranger la colonne barométrique B) dont la principale était une jonction flexible du manomètre M B avec le réservoir à hydrogène T, par l'intermédiaire d'un tube capillaire en platine. Ce dernier (longueur 70 cm, capacité 74 mm^3) protégé contre des lésions accidentelles par une spirale en fil d'acier, était vissé dans un cylindre C en acier, d'un diamètre presque égal à celui du tube M C du manomètre; il y était mastiqué au moyen d'une petite quantité de cire à cacheter, introduite par succion dans trois rainures tournées à sa surface latérale. Une colonne de mercure surmontant le cylindre achevait de mettre l'appareil à l'abri des fuites du gaz enfermé. Le tube vertical B, d'une longueur de 150 cm, représente un baromètre, rempli de mercure soigneusement bouilli. Pour mettre le niveau du mercure en contact avec la pointe de repère Z (faisant partie du cylindre en acier et mesurant 0·2 mm seulement) on se sert d'un réservoir à mercure R attaché au tube de cautchouc F. Ce réservoir glisse dans une coulisse le long de la colonne de bois S, qui supporte le thermomètre, ainsi que l'échelle divisée en millimètres, gravée sur un miroir. Le réglage de précision s'accomplit, comme dans le thermomètre de M. Travers, par compression d'un bout de tube de caoutchouc G.

Malgré sa hauteur considérable, de 230 cm, cette forme du thermomètre, permettant un controle facile et immédiat des points fondamentaux 0° et 100°, est très commode dans la pratique. Le réservoir T, employé le plus souvent, avait une capacité de 21000

[1]) Transactions of the R. S. London, Vol. CC. 1902. p. 142.

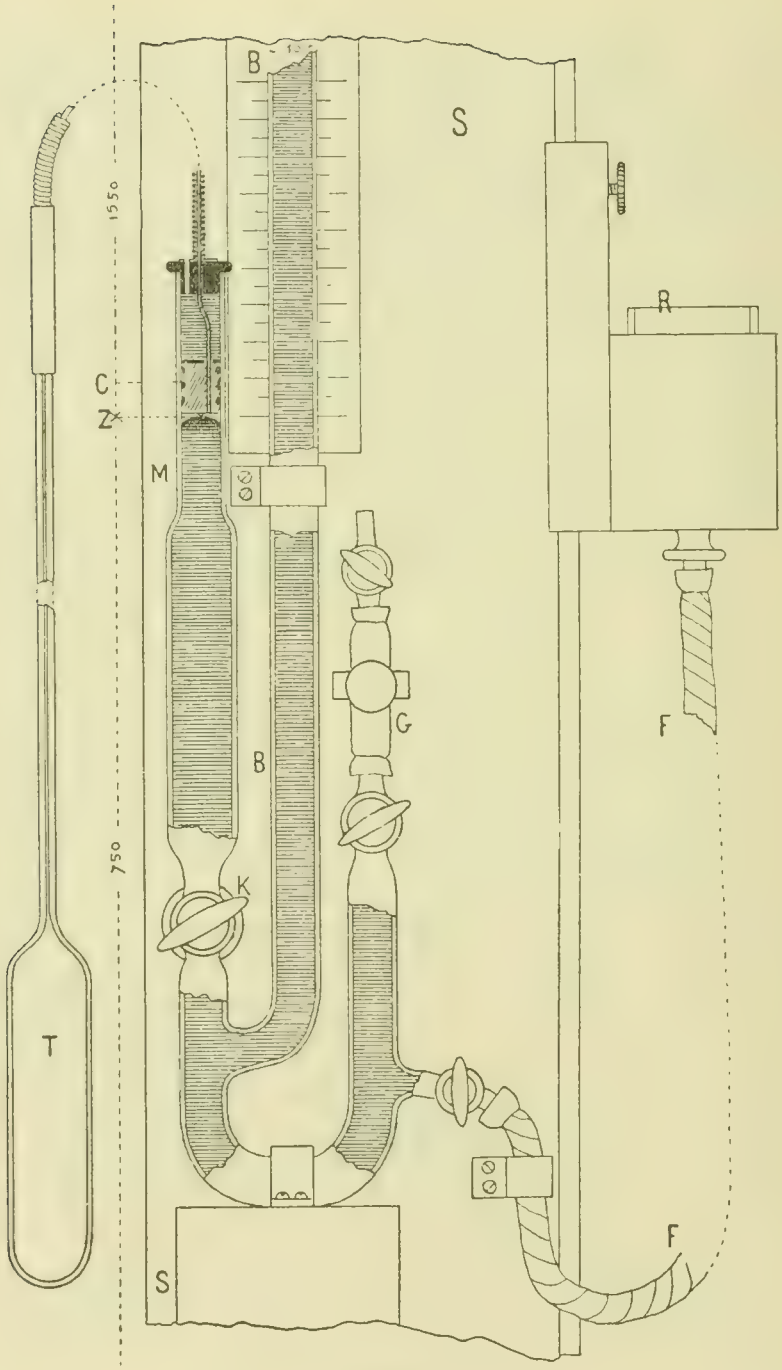


Fig. 2.

mm³ environ, celle de l'espace nuisible — dont la température était déterminée en plusieurs points — de 200 mm³. Pour une pression initiale de 1030 à 1040 mm un degré représente 3·8 mm sur l'échelle. L'exactitude des déterminations des températures basses surpasse donc probablement 0·05°; c'est que j'ai constaté en mesurant la température d'ébullition de l'oxygène à plusieurs reprises avec des remplissages différents d'hydrogène. La difficulté réelle ne consiste pas d'ailleurs dans la détermination des températures basses, mais dans la préparation des bains d'une température suffisamment uniforme et constante.

§ 7. Les températures. Les déterminations de la dilatation de l'hydrogène, résumées dans ce qui suit, ont été distribuées en partie le long des lignes isothermiques, mais dans le domaine des températures très basses j'ai renoncé aux isothermes et je me suis attaché, au contraire, pour des raisons qui seront exposées plus loin, à suivre d'aussi près que possible les lignes de pression constante, que je nommerai isobares. C'est pourquoi la température des bains employés pouvait varier un peu d'une détermination à l'autre, pourvu qu'elle restât suffisamment constante pour chacune d'elles.

Je me suis servi des températures suivantes, sans compter celle de 0°:

1) Vapeur d'eau, près de +100°.

2) Eau à +20°; cette température était déterminée à l'aide d'un thermomètre divisé en 0·02°, rattaché à l'échelle normale.

3) Bain d'alcool, fortement agité, entouré d'un mélange réfrigérant d'acide carbonique solide et d'éther. Température moyenne — 77°.

4) Ethylène liquide, bouillant sous la pression atmosphérique, température voisine de — 104°.

5) Ethylène bouillant sous une pression reduite; température — 147°.

6) Oxygène de commerce, liquide, sous la pression atmosphérique: température — 183°.

7) Air liquide, sous la pression atmosphérique; température — 190°.

8) Air liquide sous une pression réduite; température — 205°.

9) Air liquide sous une pression réduite; température — 212°.

Les bains froids étaient contenus dans un vase à vide Dewar d'une capacité d'un $^1/_2$ litre environ. Dans les cas où l'on opérait sous une pression réduite le vase à vide était placé dans un cylindre

de verre épais, à bords plats, rodés à l'émeri, fermé par un couvercle métallique. Par des trous circulaires pratiqués dans celui-ci on introduisait dans le vase le piézomètre, le réservoir du thermomètre à hydrogène, les fils du couple thermoélectrique, indiquant la température de l'espace nuisible, enfin un tube capillaire en cuivre, percé de petits trous, qui fournissait un courant d'hydrogène sec destiné à agiter le bain. Ce mode d'agitation, en provoquant une vive circulation du liquide, se montra très efficace. Je me suis assuré d'ailleurs, en effectuant une série spéciale de déterminations, dans laquelle on se servait d'un agitateur métallique, que ce courant gazeux ne donnait lieu à aucune erreur dans la détermination des températures. Les résultats obtenus dans les deux cas étaient presque identiques.

Le cylindre étant relié à une machine pneumatique puissante qui consomme 2 chv. vap., on attendait, avant de commencer les lectures, que sous l'action combinée de la pompe pneumatique, du flux de chaleur extérieure et du courant gazeux servant d'agitateur, un équilibre de température s'établisse, sans se préoccuper davantage de la valeur précise de celle-ci.

Pour obtenir une température voisine de —205° j'ai essayé de modérer l'action de la pompe, sans changer sa vitesse maxima, par admission dans le circuit de la pompe d'un courant d'air, à travers un tube étroit.

§ 8. Préparation de l'hydrogène. Après avoir beaucoup expérimenté avec de l'hydrogène électrolytique, je me suis convaincu que, pour obtenir un produit très pur, il est essentiel de pouvoir balayer l'appareil entier par un courant gazeux vif et abondant. Ainsi je me suis arrêté au simple appareil de Kipp *A* (fig. 3), chargé de zinc platiné et d'acide sulfurique dilué. En manœuvrant le robinet *B* à trois voies on chasse plusieurs fois le gaz, afin de purger l'appareil d'air et de saturer l'acide d'hydrogène. Ensuite on fait passer un courant continu d'hydrogène à travers les flacons laveurs *C* et *D* qui contiennent une solution de potasse caustique et l'acide sulfurique concentré, et à travers le tube *E*, d'un mètre de longueur, chargé d'acide phosphorique. Je me suis contenté de ces réactifs, à l'exclusion d'autres, employés dans des pareils cas, mais en revanche j'ai pris soin de n'employer que des réactifs (zinc, acide etc.) très purs.

Après un balayage suffisamment prolongé on ferme le robinet

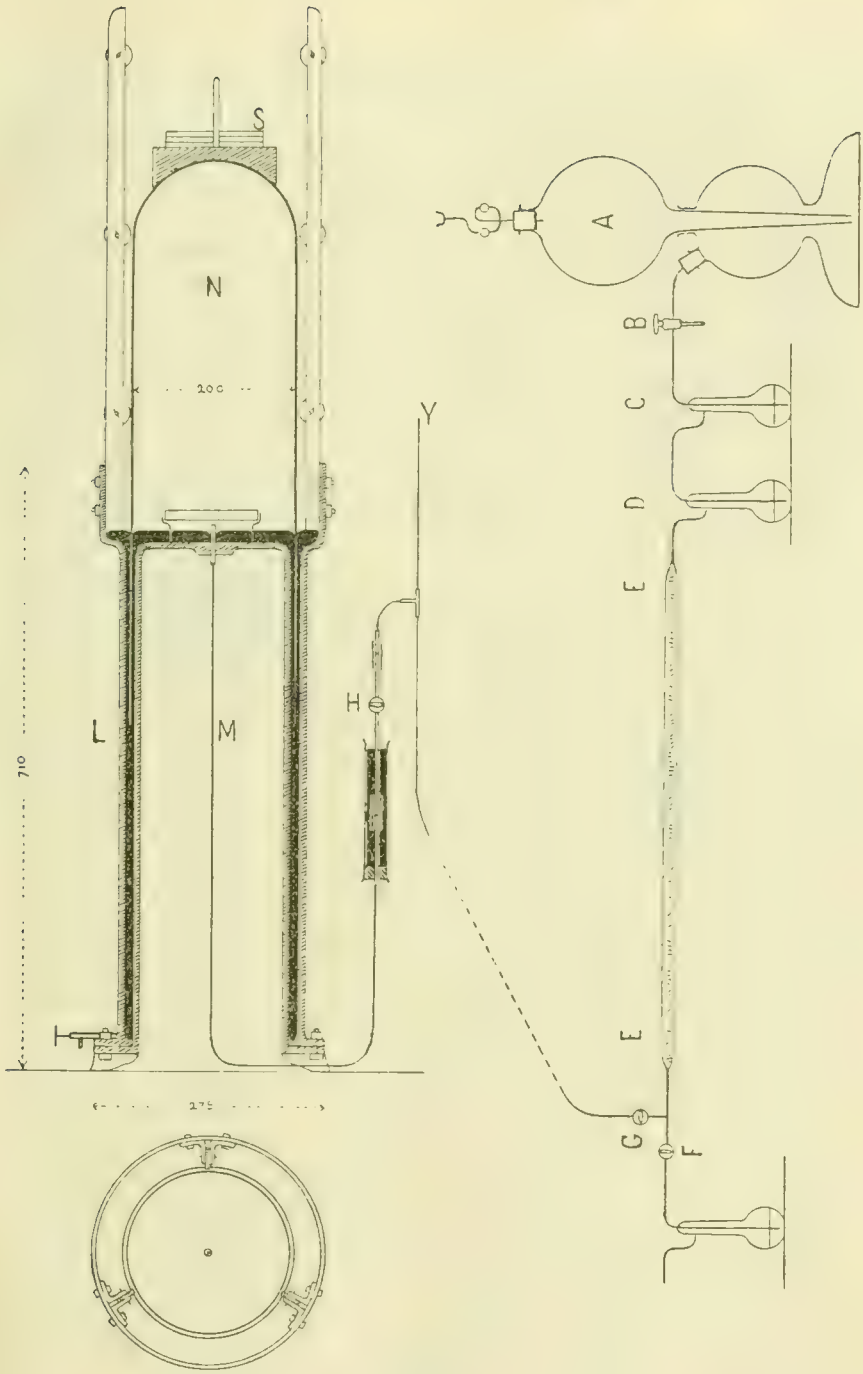


Fig 3.

F, et, en ouvrant *G* et *H*, on fait passer l'hydrogène dans le gazomètre à mercure *L*.

Ce dernier est composé de deux cylindres en fonte, vissés par le bas, et renfermant un espace annulaire de 5 mm de largeur, rempli de mercure. Sur le mercure, qui couvre aussi cylindre intérieur, flotte une cloche en verre *N*, chargée de poids convenables *S*. Sous la cloche est placée une cuvette plate contenant de l'acide phosphorique. Un seul tube métallique *M*, entrant par le fond du cylindre intérieur sert à charger et à décharger le gazomètre, par un jeu convenable des robinets *F*, *G*, *H*. La jonction de ce dernier avec le tube *M*, l'unique endroit où la diffusion de l'hydrogène serait à craindre, est entouré d'un manchon de verre, rempli de mercure. Le tube métallique *Y* conduit le gaz dans le compresseur et les autres parties de l'appareil. La capacité du gazomètre est de 17 litres environ.

J'ai fait des nombreuses analyses du gaz, préparé et recueilli comme il a été dit. Bien que la méthode d'analyse de l'hydrogène (recherche de l'oxygène à l'aide du pyrogallate de potasse) ne soit guère satisfaisante, je suis porté à croire cependant, d'après les résultats obtenus, que l'hydrogène était bien pur. Le même gaz, employé pour remplir le thermomètre à hydrogène donnait une valeur du coëfficient de pression conforme aux résultats dus aux travaux de M. M. Chapius, Kammerlingh Onnes et Travers.

§ 9. Le compresseur. Pour comprimer l'hydrogène sans le contaminer j'ai transformé un cylindre d'acier *A* (fig. 4) destiné d'abord à un autre but, en une sorte d'appareil Cailletet de grandes dimensions. Fermé par une pièce conique *B* en acier, à l'aide de six vis *d*, le cylindre renferme un récipient cylindrique de verre *C D* d'une capacité de 1800 cm³ environ, prolongé d'une part par un tube étroit en verre *D E*, plongé dans du mercure au fond du cylindre *A*, d'autre part par un tube en verre à parois épaisses, mastiqué dans un cylindre creux *F* en laiton. Ce dernier traverse le cône *B* par un trou central, et il est retenu dans sa position par la vis de rappel *a*. Une rondelle de plomb *b*, posée entre la base du cône et un collier terminant le cylindre, attirée fortement à l'aide de la vis *a*, assure l'étanchéité parfaite de l'appareil. La quantité de mercure au fond du cylindre *A* est choisie de manière qu'en faisant le vide dans *C D*, le mercure, montant à la hauteur barométrique, ne dépasse pas *C*, une quantité suffisante restant encore

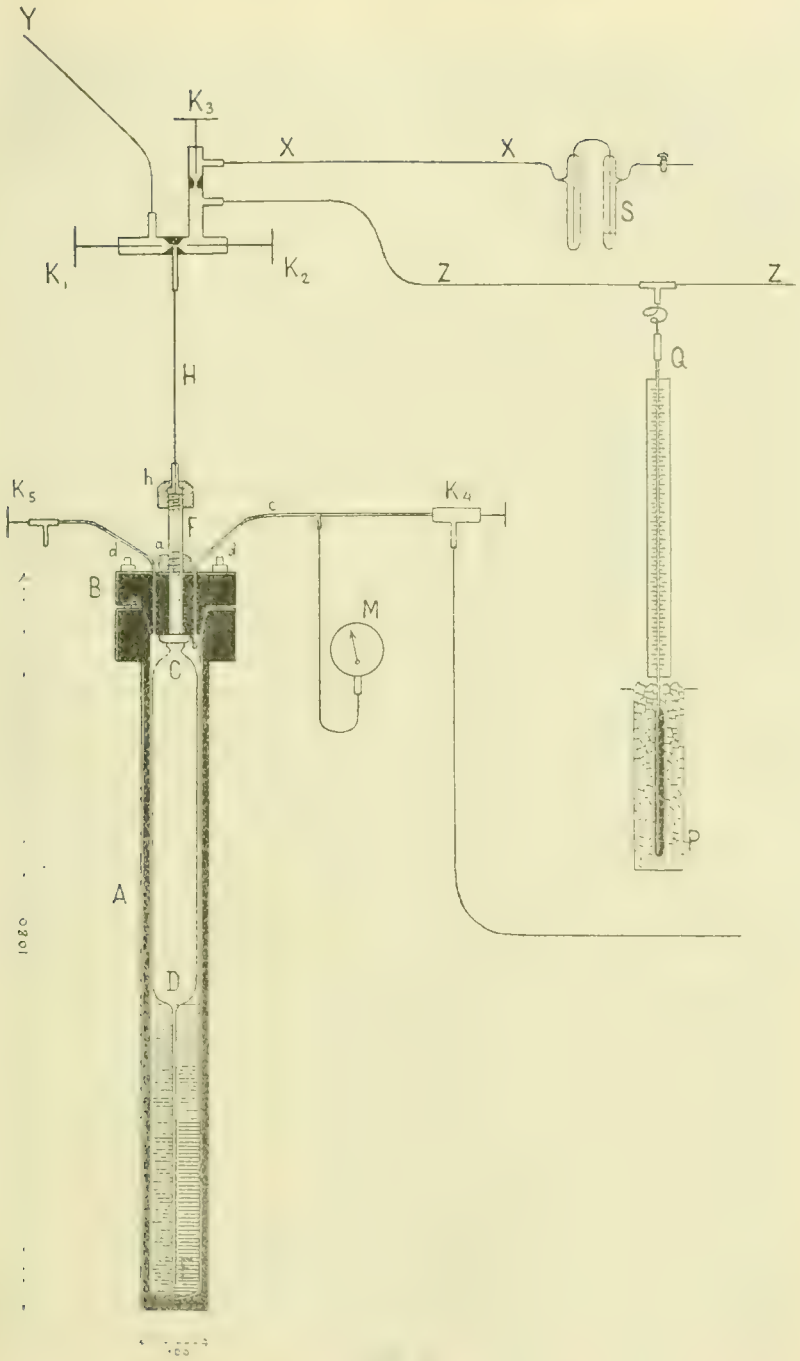


Fig. 4

au fond. Le récipient CD communique, par l'intermédiaire d'une jonction, à la rondelle de plomb et à vis h et, au moyen d'un tube capillaire en cuivre H, avec un triple robinet distributeur k_1 k_2 k_3, construit de la même façon que ceux, qui font partie des piézomètres (fig. 1).

La vis pointue k_1 permet de faire communiquer le récipient CD avec le gazomètre par le tube Y, désigné par la même lettre dans la figure 3. La vis k_2 le fait communiquer par le tube capillaire en cuivre Z avec les piézomètres (voir Z, fig. 1); la vis k_3 enfin ouvre la communication, par X, avec l'atmosphère extérieure. Pour empêcher l'air d'entrer par accident dans l'appareil, un flacon S est interposé, contenant de l'acide sulfurique concentré.

Afin de remplir le récipient CD d'hydrogène pur il suffit de relier le tube extérieur X à une trompe à mercure et de faire le vide dans CD, après avoir fermé la communication avec le gazomètre. En ouvrant ensuite cette dernière, on fait entrer l'hydrogène dans le récipient, qui y remplace le mercure, qui retombe au niveau; on répète cette manoeuvre à plusieurs reprises.

Il s'agit enfin de comprimer le gaz recueilli dans le récipient CD et de le transmettre aux piézomètres. Dans ce but je me suis servi de la pression de l'air, comprimé au préalable dans deux cylindres de 10 litres de capacité chacun. La pression, indiquée par un manomètre métallique M, transmise à l'aide d'un robinet à vis k_4, et d'un tube en cuivre c dans le cylindre A, force le mercure de monter dans le récipient, et d'y comprimer l'hydrogène d'une manière analogue à l'action de l'eau dans l'appareil bien connu de Cailletet. Le robinet k_5 sert à décharger l'air du cylindre à la fin d'une expérience; alors, la pression étant entièrement tombée, on ouvre le robinet k_1, qui établit la communication avec le gazomètre, pour remplacer le gaz utilisé dans les piézomètres (c'était au maximum un tiers de contenu du récipient); l'action de la trompe à mercure n'est donc nécessaire qu'au début d'une série d'expériences. Au commencement de mes travaux je me servais d'un contact électrique, destiné à avertir par une sonnerie (durant la charge du cylindre A) que le récipient CD est plein de mercure, et qu'on court danger de faire pénétrer le mercure, par une surcharge, dans les parties métalliques de l'appareil. Dans ce but le cylindre en laiton F était isolé du cône B par une couche de papier à la gomme-laque, et la rondelle de plomb b était remplacée par une

autre de carton isolant dit „fibre". Ayant gagné une certaine expérience dans le maniement de l'appareil, j'arrivai à me passer de cet arrangement un peu encombrant.

Je finirai par la description d'un indicateur de pression, que j'ai trouvé éminemment utile dans ces recherches. C'est un réservoir cylindrique en verre épais P, de 10 cm^3 environ de capacité, muni d'un tube capillaire très fin PQ — (en fait, un des piézomètres utilisés pour l'étude de la dilatation de l'hydrogène) — rempli de mercure bouilli et rattaché au moyen d'un tube capillaire en cuivre au conduit Z, capillaire aussi, faisant communiquer le compresseur avec les piézomètres. Une partie de mercure se trouve à l'ordinaire dans un petit renflement du tube capillaire à son bout supérieur. Le réservoir étant placé dans de la glace pilée, le mercure descend et s'arrête vers le point zéro d'une échelle, divisée en millimètres. La pression le fait descendre encore, à peu près proportionellement à la pression (à 1 atmosphère correspond une dépression de 4 mm environ). C'est comme on voit l'inversion d'une forme connue de manomètre à verre, due à M. Amagat. Grâce à sa capacité minime cet indicateur de pression est extrêmement sensible aux moindres fuites de gaz dans les piézomètres; il est d'autant plus utile, que des pareilles fuites, inaperçues, pourraient entièrement vicier les résultats de mes expériences. La communication k_2 des piézomètres chargés avec le compresseur étant fermée, cet indicateur permet non seulement nous faire voir que tout dans les piézomètres est en ordre, mais en outre il sert à constater, si l'équilibre de la température du gaz comprimé et du bain froid est établi, ou non.

L'échelle étant jaugée en atmosphères une fois pour toutes, je me suis servi de cet indicateur pour régler d'avance la pression p sous laquelle je désirais mesurer la dilatation de l'hydrogène — ce qui devenait important, aussitôt que je m'étais décidé à poursuivre les valeurs du coëfficient α le long des isobares. On pouvait régler ainsi la pression à quelques dixièmes d'atmosphère près, et au besoin il serait possible d'aller plus loin encore.

§ 10. Détermination des pressions. La pression commune p, sous laquelle les deux piézomètres étaient chargés, connue approximativement et réglée d'avance d'après les indications de l'indicateur qu'on vient de décrire, était calculée exactement d'après la quantité de gaz déchargé dans le volumètre correspondant par

celui des piézomètres, dont la température était 0°. Soit M_0 le volume normal de cette charge, toutes corrections faites (§ 5), s_0 le volume du piézomètre. Si la compressibilité de l'hydrogène à 0° obéissait à la loi de Boyle, on aurait

$$p' = \frac{M_0}{s_0}.$$

En réalité la pression est (§ 2):

$$p = \frac{\eta_0 M_0}{s_0} = \eta_0 p'.$$

Nommons Δ la différence, toujours positive, entre la pression vraie p et la pression apparente p', on aura alors

$$p = p' + \Delta.$$

Une table des valeurs des corrections Δ du manomètre à hydrogène à 0° sera donnée au § 12.

§ 11. Contrôle de l'appareil. Pour s'assurer, si la partie piézométrique de l'arrangement expérimental est en ordre, si les constantes relatives à cette partie ont été déterminées avec une précision suffisante — enfin, pour se faire une idée sur la valeur des erreurs expérimentales, on peut procéder de la manière suivante. On charge les piézomètres simultanément d'hydrogène, après les avoir mis tous les deux dans de la glace fondante, et on compare les valeurs de la pression, dérivées des quantités de gaz, déchargées dans les volumètres correspondants. Dans un des essais de ce genre on a obtenu, par exemple, les nombres suivants:

Piézomètre No. 1.	$s_0 = 9119{\cdot}34$	$M_0 = 221317$
	$p' = 24{\cdot}268$	$\Delta = 0{,}358$
	$p = 24{\cdot}626$	
Piézomètre No. 2.	$s = 9405{\cdot}82$	$M = 228277$
	$p' = 24{\cdot}271$	$\Delta = 0{\cdot}358$
	$p = 24{\cdot}629.$	

Dans un autre cas on avait No 1: $s = 4458{\cdot}02$, $p = 55{\cdot}128$; No 2: $s_0 = 4256{\cdot}08$, $p = 55{,}133$.

Le moyen le plus simple d'obtenir un contrôle semblable des volumètres consiste en ce que l'on mesure deux fois le volume normal d'une quantité donnée de gaz, en utilisant chaque fois un nombre différent de renflements du volumètre (fig. 1). Voici un exemple (quant aux notations on consultera le § 5):

I.		II.	
$u =$	64728	$u =$	23909
$B =$	397·7	$B =$	869·3
$u\,[t, B] =$	31999	$u\,[t, B] =$	25835
$-w\,[t, b] =$	$-$ 109	$-w\,[t, b] =$	$-$ 109
$+a\,[\tau'', B-b] =$	$-$ 275	$+a\,[\tau'', B-b] =$	$+$ 77
$+s\,[\theta, B] =$	$+$ 4921	$+s\,[\theta, B] =$	$+$ 10757
$+(k+\sigma)\,[\tau'', B] =$	$+$ 10	$+(k+\sigma)\,[\tau'', B] =$	$+$ 22
$\mu =$	36546	$\mu =$	36582.

Les erreurs des déterminations volumétriques sont donc probablement de l'ordre 1 : 2000.

§ 12. Comparaison des compressibilités de l'hydrogène à $+20^0$ et 0^0. Pour déterminer les pressions p suivant les indications du § 10 je me suis appuyé sur les résultats obtenus pour la compressibilité de l'hydrogène à $+20^0$ au laboratoire de M. Kammerlingh Onnes, par M. Schalkwijk [1]). Ce savant a résumé les résultats de ses déterminations, dans la formule empirique suivante, représentant les valeurs de $\eta_{20} = pv$ en fonction de la densité $\frac{1}{v}$.

$$\eta_{20} = 1{\cdot}07258 + 0{\cdot}000667 \,.\, \frac{1}{v} + 0{\cdot}000\,000\,99 \,.\, \frac{1}{v^2}$$

valable dans les limites de pression de 1 à 60 atm.

Je commençais par réduire ces résultats à la température de 0^0. Un des piézomètres s_0 étant à 0^0, l'autre s à $+20^0$, M_0, M désignant les quantités déchargées correspondantes, on a

$$\eta_0 = \eta_{20} \,.\, \frac{s_0}{s} \frac{M}{M_0}\,; \qquad p = \frac{M\,\eta_{20}}{s}$$

une petite correction étant encore à faire, si la température de s diffère légèrement de $+20^0$, comme cela arrivait toujours; il est facile de la calculer, sachant que, comme on verra plus loin, sous une pression donnée, la variation du coëfficient de dilatation α avec la température — au voisinage de $+20^0$ — est tout à fait négligeable. Dans la table suivante on trouve les résultats de ces déterminations.

[1]) Comm. Phys. labor. Leiden. Nr. 70, 1901.

Comparaison des compressibilités à 0° et à +20°.

ϑ	s	s_0	M	M_0	p	η_0	$10^4 \times \delta$
+19·96	9410·52	9118·88	155820	161933	17·95	1·0105	0
+19·94	9124·03	9405·46	165944	183402	19·73	1·0118	—2
+19·97	9410·72	9119·08	182994	190213	21·12	1·0122	+3
+19·96	9410·93	9119·28	209048	217193	24·16	1·0145	—1
+19·93	9124·36	9405·82	205809	227485	24·54	1·0146	0
+19·96	9411·08	9119·42	228261	237198	26·42	1·0158	0
+19·96	4461·45	4257·02	130196	133205	31·90	1·0192	+1
+19·96	4461·79	4257·34	170883	174766	42·11	1·0258	+1
+19·97	4259·98	4459·66	194407	218114	50·44	1·0311	+1
+19·98	4462·11	4257·64	208116	212751	51·56	1·0322	—3
+19·96	4260·11	4459·80	213574	239590	55·58	1·0343	+2
+19·97	4260·25	4459·95	227174	254802	59·24	1·0367	+1
+19·96	4260·24	4459·93	228455	256228	59·59	1·0370	+1
+19·96	4462·45	4257·96	247631	253114	61·73	1·0384	0
+19·98	4462·45	4257·97	248020	253510	61·83	1·0386	—1

La dernière colonne montre les „erreurs“ d'observation, c'est à dire les différences δ entre les valeurs corrigées et les valeurs observées de η_0. Les valeurs corrigées ont été obtenues au moyen d'un tracé graphique, qui a fourni en même temps des données qui ont servi à la construction de la table suivante, sur laquelle étaient fondées toutes les déterminations de la pression p.

(Voir Table I, pag. 323).

On peut représenter les valeurs de η_0 contenues dans cette table, avec une précision suffisante, par la formule empirique:

$$\eta_0 = p\,v = 0{\cdot}999383 + 0{\cdot}0006172\,.\,p + 0{\cdot}000000256\,.\,p^2$$

ou bien, en fonction de la densité $\frac{1}{v}$ à 0°, par la formule:

$$(2) \qquad \eta_0 = p\,v = 0{\cdot}999384 + 0{\cdot}0006154\,.\,\frac{1}{v} + 0{\cdot}000000706\,.\,\frac{1}{v^2}.$$

Pour rendre pratiques les calculs de la pression, indiqués au § 10, on peut calculer, à l'aide de la formule (2) une table des différences Δ entre la pression vraie p et la pression apparente p', calculée d'après la loi de Boyle. On a en réalité

$$\Delta = p - p' = \frac{\eta_0}{v} - \frac{1}{v}.$$

TABLE I.

Compressibilité de l'hydrogène à 0°.

p atm	η_0	p atm.	η_0	p atm.	η_0	p atm.	η_0
1	1·0 000	16	1·0 092	31	1·0 188	46	1·0 284
2	006	17	099	32	194	47	290
3	012	18	105	33	200	48	296
4	018	19	111	34	207	49	303
5	024	20	118	35	213	50	309
6	030	21	124	36	219	51	316
7	036	22	130	37	226	52	322
8	043	23	137	38	232	53	328
9	049	24	143	39	239	54	335
10	055	25	150	40	245	55	341
11	061	26	156	41	252	56	348
12	067	27	162	42	258	57	354
13	074	28	169	43	264	58	361
14	080	29	175	44	271	59	367
15	086	30	181	45	277	60	373

C'est ainsi, qu'on arrive à la table suivante:

TABLE II.

Corrections du manomètre à hydrogène, à 0°.

atmosphères

p'	Δ	p'	Δ	p'	Δ	p'	Δ
1	0·000	16	0·150	31	0·594	46	1·340
2	0·001	17	0·170	32	0·634	47	1·402
3	0·004	18	0·190	33	0·675	48	1·465
4	0·006	19	0·214	34	0·718	49	1·528
5	0·012	20	0·238	35	0·762	50	1·596
6	0·019	21	0·263	36	0·808	51	1·662
7	0·025	22	0·291	37	0·855	52	1·732
8	0·034	23	0·320	38	0·903	53	1·799
9	0·045	24	0·350	39	0·952	54	1·870
10	0·056	25	0·380	40	1·006	55	1·945
11	0·067	26	0·414	41	1·055	56	2·020
12	0·082	27	0·445	42	1·108	57	2·095
13	0·095	28	0·481	43	1·165	58	2·175
14	0·113	29	0·516	44	1·220	59	2·252
15	0·131	30	0·554	45	1·285	60	2·331

§ 12. Marche d'une expérience. La veille du jour, où l'on se propose de faire une série d'expériences, on prépare, s'il s'agit des températures très basses, une quantité assez considérable, 5 litres environ, d'air liquide. Deux ou trois jours auparavant on a rempli le gazomètre d'hydrogène pur, puisqu'il est à désirer que le gaz reste un temps assez long en contact avec l'acide phosphorique. Quant à l'oxygène on le liquéfiait durant, les expériences mêmes, en faisant distiller ce gaz, sous une pression surpassant légèrement celle de l'atmosphère, dans un réservoir en verre, plongé dans l'air liquide.

On commence les expériences proprement dites par faire un vide très complet dans l'appareil entier, y compris le compresseur et les volumètres. On se sert dans ce but d'une trompe à mercure, après avoir établi toutes les communications, sauf celle avec le gazomètre, et après avoir abaissé convenablement les tubes manométriques M (fig. 1), pour que le mercure, montant à la hauteur barométrique dans les volumètres, ne pénètre pas dans les conduits métalliques a. L'appareil étant rempli d'hydrogène pur, on procède au contrôle des piézomètres, pour s'assurer s'il n'y a pas de fuites du gaz nulle part. Dans ce but on les charge à l'aide du compresseur à 50 ou 60 atmosphères et, ayant fermé la vis de charge k_2 (fig. 4) on observe la colonne du mercure de l'indicateur de pression PQ pendant un quart d'heure. S'il se trouve que tout est en ordre on peut procéder au transvasement du gaz liquéfié qui sert de réfrigérant, et commencer les observations proprement dites. Les piézomètres étant chargés à une pression déterminée, d'après les indications de l'indicateur PQ, on laisse les vis de charge k_2 (fig. 4) et k_0, k (fig. 1) ouvertes, ces dernières n'étant dévissées que d'un angle minime. Pendant qu'un observateur s'occupe du réglage du thermomètre à hydrogène et note les différentes données nécessaires pour le calcul de la température θ, un autre suit les indications de l'indicateur, note la hauteur barométrique, les niveaux des volumètres, du bain froid etc. A un moment donné on ferme subitement les vis de charge k_0, k, et on décharge sans délai les piézomètres dans les volumètres. Pendant la lecture des volumes, des niveaux et des températures de ceux-ci, un aide s'occupe du compresseur, afin de le préparer à l'opération suivante. Toutes ces lectures une fois faites, on chasse le gaz des volumètres par le conduit extérieur X, en élevant les tubes manométriques M et l'on est prêt

à recommencer une détermination nouvelle. Pour suffire à ces manœuvres diverses le concours de deux aides est nécessaire. Chaque détermination prend trente ou quarante minutes environ. Qu'il me soit permis de remercier ici M. le Dr. W. Heinrich, qui a bien voulu se charger d'une partie considérable des travaux, que ces expériences ont nécessités.

§ 14. Les isothermes de $+100^0$ à -147^0. Dans les tables suivantes on a résumé les résultats des déterminations du coëfficient de dilatation aux températures plus élevées. Les volumes s, s_0, M, M_0 y sont exprimés en millimètres cubes, la pression p en atmosphères; la colonne δ contient les différences entre les valeurs finales de $\alpha_{p,\theta}$ obtenues par interpolation graphique, en tenant compte de l'ensemble des résultats, et les valeurs observées. Afin de réduire à une température commune, moyenne, les valeurs de α, mesurées aux températures θ, qui différaient un peu entre elles, on s'est servi d'un tracé graphique, dans lequel les valeurs de α étaient

Isotherme $+100^0$.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{p,-100}$	$10^5 \cdot \delta$
+99·21	9097·93	8684·63	49475	64348	7·44	365·4	—0·4
+99·27	9098·11	8684·80	66833	86851	10·06	364·1	+0·5
+99·26	9098·25	8684·93	78845	102465	11·88	364·1	+0·2
+99·22	9098·41	8685·08	94359	122543	14·23	363·3	+0·5
+99·30	9098·56	8685·21	107785	140032	16·28	363·6	—0·1
+99·28	9098·56	8685·22	108643	141164	16·41	363·8	—0·3
+98·62	4471·04	4256·95	95514	123343	29·49	361·2	0
+98·62	4471·25	4257·14	115553	149060	35·78	360·1	0
+98·62	4471·25	4257·15	116337	150090	36·03	360·0	0
+98·62	4471·37	4257·26	127288	164090	39·48	358·9	+0.6
+98·75	4471·42	4257·29	130274	168025	40·44	359·2	+0·1
+99·64	4473·08	4257·34	130373	168487	40·56	359·1	+0·2
+99·30	4471·53	4257·34	135349	174791	42·12	358·9	-0·1
+99·64	4473·33	4257·58	157237	203007	49·13	357·8	0
+98·74	4471·72	4257·59	158511	204144	49·41	357·2	+0·5
+99·30	4471·87	4257·67	168098	216785	52·57	357·0	+0·1
+99·45	4473·68	4257·90	185805	239582	58·31	356·7	—0·6
+99·64	4473·65	4257·88	187310	241574	58·81	356·3	—0·3
+99·30	4472·18	4257·96	195774	252243	61·51	355·7	—0·2
+99·31	4472·25	4258·02	201660	259694	63·40	355·0	+0·2

représentées au moyen de lignes isobares — tracé dont la forme définitive est représentée sur la planche I. Ces lignes fournissaient les coëfficients angulaires nécessaires pour calculer les corrections cherchées. Ce n'est du reste que dans des cas exceptionnels que cette correction changeait le dernier chiffre décimal.

Isotherme —77°.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{p,-77}$	$10^5 \times \delta$
—77·18	9101·50	9404·41	63640	47213	5·04	365·4	+0·4
—77·35	9101·55	9404·50	78776	58364	6·23	365·8	—0·1
—77·43	9101·70	9404·68	107461	79667	8·51	364·9	+0·5
—77·53	9102·22	9405·26	217111	160995	17·29	364·2	+0·1
—77·28	4250·99	4458·75	147222	110981	25·27	364·0	—0·6
—77·33	4251·35	4459·06	189216	142836	32·67	362·4	+0·1
—77·35	4251·55	4459·28	227216	171653	39·42	361·6	+0·3
—77·99	4251·52	4459·31	233385	175739	40·38	361·7	+0·1
—77·47	4251·65	4459·47	264702	199877	46·09	361·5	—0·3
—75·13	4251·89	4459·51	264070	201766	46·54	361·5	—0·3
—77·09	4251·75	4459·62	283378	214557	49·58	360·8	0

Isotherme —104°.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{p,-104}$	$10^5 \times \delta$
—104·04	3470·73	4256·58	89387	68069	16·14	364·4	+0·7
—103·72	3470·39	4256·87	138511	105692	25·20	364·4	0
—103·90	3471·11	4257·23	201537	153908	36·97	363·2	+0·1
—104·32	3470·41	4257·49	245429	187187	45·19	362·6	0
—103·98	3471·03	4257·69	275026	210389	50·97	362·0	0
—104·58	3471·36	4257·94	318910	243410	59·28	361·2	0

§ 15. Les isobares de 60 à 10 atmosphères. Comme j'ai déjà remarqué au § 7 il est plus avantageux, quand il s'agit des températures très basses, d'arranger les séries des mesures du coëfficient $\alpha_{p,\theta}$ le long des lignes de pression constante (isobares). En effet, tandis qu'aux températures plus élevées la variation de ce coëfficient avec la température est très petite, en comparaison

Isotherme —147°.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 + \alpha_{p,-147}$	$10^5 \cdot \delta$
—146·14	1599·52	1776·45	80808	41637	23·77	366·9	+ 0·1
—146·80	1599·57	1776·52	104898	53686	30·78	367·3	—0·3
—151·83	1600·36	1776·62	142977	70158	40·47	366·8	0
—147·29	1599·68	1776·67	150017	76521	44·24	367·1	—0·4
—151·44	1600·47	1776·72	171838	84574	49·04	366·9	—0·5
—147·47	1599·82	1776·83	196161	100369	58·55	365·6	—0·1
—145·69	1599·87	1776·82	192961	100381	58·55	365·1	+ 0·4
—151·71	1600·58	1776·85	208070	102723	59·97	365·2	+ 0·1

avec sa variation avec la pression, l'inverse a lieu aux températures très basses, surtout pour des pressions un peu élevées. On s'en rendra compte, en considérant le parcours des courbes représentées sur la pl. IX. Il serait donc nécessaire de maintenir la température dans ce dernier cas très rigoureusement constante, ce qui est extrêmement difficile, quand on la réalise par l'évaporation d'un gaz liquéfié sous une pression réduite. Pour régler la pression à une valeur déterminée je me servai de l'indicateur décrit au § 9. Les petites déviations de la pression actuellement obtenue de sa valeur

Isobare 60 atm.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{60,\theta}$	$10^5 \times \delta$
—213·72	926·58	1776·85	298401	101651	59·32	384·8	+ 0·1
—212·28	925·97	4257·30	286696	242996	59·18	384·3	0·2
—209·40	925·99	4257·30	270383	247544	60·33	382·5	+ 0·2
—205·04	925·94	4257·30	243072	244312	59·51	381·1	—0·3
—192·53	1599·87	4257·30	334377	246270	60·01	375·7	+ 0·1
—191·25	1598·96	4257·30	329603	247456	60·31	375·4	0
—189·17	1599·11	4257·29	318845	247181	60·24	374·7	0
—185·70	1599·59	4257·29	299938	244437	59·55	373·6	0
—184·49	1599·74	4257·30	294822	243942	59·42	373·5	—0·2
—183·78	2071·57	4257·30	379906	245584	59·84	373·0	0
—183·78	2071·18	4257·29	378344	244726	59·62	372·9	+ 0·1
—183·64	2071·57	4257·30	377549	244325	59·52	373·1	—0·1

proposée n'ont nécessité que rarement une correction du résultat. On a calculé ces corrections d'une manière analogue à celle du § 14, en se servant d'un tracé graphique, dans lequel les valeurs de α étaient représentées par des courbes isothermiques; en effet c'est le tracé dont la forme définitive se trouve sur la planche X

Isobare 50 atm.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{50,\theta}$	$10^5 \times \delta$
—211·39	925·77	4256·99	235349	205756	49·82	383·1	0
—211·40	926·03	1776·74	235359	85987	49·89	383·0	+0·1
—209·84	926·05	4256·99	227703	206436	49·99	382·6	—0·2
—205·00	926·26	4256·99	202845	204630	49·54	380·8	—0·7
—203·57	925·77	1776·73	193960	85043	49·32	379·1	+0·4
—190·95	1598·96	4256·98	272697	206526	50·01	374·7	+0·1
—188·52	1599·24	4256·99	261738	206203	49·94	373·5	+0·6
—184·28	1599·93	4256·98	247344	205677	49·80	373·1	0
—183·65	2070·99	4256·98	317681	205855	49·85	372·8	+0·1
—183·72	2071·56	4256·99	318255	205811	49·83	373·0	—0·1

Isobare 40 atm.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{40,\theta}$	$10^5 \times \delta$
—211·78	926·45	1776·62	188749	69204	39·90	381·9	0
—211·42	925·96	4256·67	186426	165404	39·80	381·7	0
—211·16	1598·23	4256·67	320773	165904	39·93	381·6	0
—209·19	925·73	4256·67	177075	166351	40·04	380·4	+0·2
—204·14	926·84	4256·67	157708	164570	39·60	378·6	—0·1
—190·59	1598·87	4256·70	217313	166363	40·04	373·8	+0·1
—184·67	1598·80	4256·67	199546	165990	39·95	372·3	+0·1
—183·71	1599·17	4256·67	197551	166110	39·98	372·4	—0·2
—183·78	2071·26	4256·67	255552	166168	39·99	372·0	+0·2
—183·65	2071·31	4256·67	254895	165513	39·83	372·5	—0·3

Isobare 30 atm.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{30,\theta}$	$10^5 \times \delta$
—211·25	925·89	4256·36	135181	124430	29·76	378·7	+0·2
—211·05	1598·04	4256·36	235332	125525	30·03	378·9	—0·1
—210·36	926·02	1776·51	133108	52099	29·86	378·4	0
—204·49	926·00	4256·36	117298	124240	29·71	376·4	0
—190·09	1598·79	4256·36	160548	124748	29·84	372·5	—0·1
—187·01	1598·78	4256·37	153948	124893	29·87	371·8	0
—183·83	1599·64	4256·36	148614	125616	30·05	371·2	—0·1
—183·73	2071·18	4256·36	190102	124342	29·74	371·1	0
—183·71	2071·41	4256·36	191222	125095	29·92	371·1	0

Isobare 20 atm.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{20,\theta}$	$10^5 \times \delta$
—211·43	925·69	4256·05	87420	83118	19·76	375·3	—0·1
—211·37	1598·01	4256·05	151985	83865	19·94	375·1	0
—203·65	925·69	4256·05	75230	83163	19·77	373·0	0
—189·91	1598·69	4256·04	106706	83920	19·95	371·0	—0·3
—183·66	2071·39	4256·01	126845	83659	19·89	369·7	+0·1
—183·61	1599·45	4256·05	97603	83378	19·82	369·8	0

Isobare 10 atm.

θ	s	s_0	M	M_0	p	$10^5 \times \alpha_{10,\theta}$	$10^5 \times \delta$
—211·34	1597·73	4255·73	72023	41470	9·80	371·0	0
—210·85	1598·03	4255·73	68493	39870	9·42	370·9	0
—183·79	2071·04	4255·73	64401	42840	10·12	367·9	+0·2
—183·65	1598·84	4255·73	50302	43359	10·25	368·1	0

§ 16. Résultats. En représentant toutes ces observations, sous la forme de tracés, tantôt de lignes isothermiques, tantôt d'isobares, j'arrive au moyen d'interpolation graphique, en tenant toujours compte de l'ensemble des données expérimentales, aux résultats

contenus dans la table III. La concordance de ces résultats est en général bonne, comme le prouve l'insignifiance relative des erreurs δ données dans les tables précédentes. Aux températures basses elle est généralement meilleure qu'aux températures élevées, comme c'était à prévoir. La méthode suivie par nous ne se prêtant pas bien aux faibles pressions, l'isobare de 1 atmosphère ne s'appuie que sur deux points, dont l'un, pour $\theta = +100^0$ est dû à Regnault, l'autre (pour $\theta = -190^0$, voir la note du § 5) à M. M. Travers et Senter. Les planches IX et X tracées d'après la table III font voir les variations du coëfficient α, en fonction de la température et de la pression [1]).

TABLE III.

Coëfficient moyen de dilatation de l'hydrogène de 0° à θ^0 sous pression constante p.

Pression p atm	Température θ^0								
	$+100^0$	$+20^0$	-77^0	-104^0	-147^0	-183^0	-190^0	-205^0	-212^0
	Valeurs de $10^5 \times \alpha_{p\theta}$								
1	366·1 [2])	—	—	—	—	—	367·2 [3])	—	—
5	365·5	365·5	365·8	366·1	366·6	367·4	367·8	368·5	369·1
10	364·6	364·7	365·2	365·6	366·7	368·0	368·5	370·1	371·1
15	363·7	363·9	364·6	365·2	366·8	368·8	369·6	371·7	373·2
20	362·9	363·1	364·0	364·8	366·9	369·7	370·7	373·4	375·4
25	362·0	362·3	363·5	364·4	367·0	370·4	371·6	375·1	377·4
30	361·1	361·5	362·9	364·0	367·0	371·0	372·4	376·6	379·2
35	360·2	360·8	362·3	363·5	366·9	371·5	373·1	377·9	380·8
40	359·4	360·1	361·8	363·1	366·8	372·1	373·8	378·9	382·1
45	358·5	359·3	361·3	362·6	366·6	372·4	374·2	379·6	383·0
50	357·6	358·6	360·8	362·1	366·3	372·7	374·6	380·2	383·5
55	356·7	357·8	360·2	361·6	365·9	372·8	374·8	380·6	383·8
60	355·8	357·1	359·6	361·1	365·4	372·8	374·9	380·8	384·1

§ 17. Compressibilité de l'hydrogène. Il est facile maintenant de calculer les coëfficients de compressibilité d'après la

[1]) Dans une note préliminaire, présenté en 1904 à l'Assoc. brit. pour l'avancement des sciences, les valeurs de α relatives à la température -190^0 sont trop grandes, à cause d'une détermination défectueuse de la température. Il faut les remplacer par celles de la table III, donnée ici.

[2]) Régnault.

[3]) Travers et Senter, l. c.

formule $\eta_\theta = \eta_0 (1 + \alpha_{p,\theta} \cdot \theta)$, en partant de la compressibilité η_0 à 0° (table I) et en utilisant les valeurs de $\alpha_{p,\theta}$, données au § précédent. On trouve les résultats de ce calcul dans la table IV.

TABLE IV.

Compressibilité de l'hydrogène
à température constante.

Pression p atm.	Température θ								
	$+100^\circ$	0°	-77°	-104°	-147°	-183°	-190°	-205°	-212°
	Valeurs de $\eta = pv$								
1	1·3661	1·0000	0·7180	0·6189	0·4611	0·3283	0·3023	0·2470	0·2207
5	1·3688	1·0024	0·7201	0·6208	0·4622	0·3284	0·3020	0·2452	0·2180
10	1·3721	1·0055	0·7228	0·6232	0·4635	0·3284	0·3015	0·2427	0·2145
15	1·3755	1·0086	0·7255	0·6255	0·4648	0·3279	0·3004	0·2401	0·2106
20	1·3789	1·0118	0·7282	0·6279	0·4661	0·3272	0·2991	0·2373	0·2065
25	1·3823	1·0150	0·7309	0·6303	0·4674	0·3270	0·2984	0·2345	0·2029
30	1·3858	1·0181	0·7336	0·6327	0·4689	0·3270	0·2977	0·2321	0·1997
35	1·3892	1·0213	0·7364	0·6352	0·4705	0·3270	0·2973	0·2301	0·1968
40	1·3927	1·0245	0·7391	0·6376	0·4721	0·3270	0·2970	0·2288	0·1946
45	1·3961	1·0277	0·7418	0·6402	0·4739	0·3273	0·2970	0·2280	0·1933
50	1·3996	1·0309	0·7445	0·6427	0·4758	0·3278	0·2972	0·2275	0·1928
55	1·4030	1·0341	0·7473	0·6452	0·4779	0·3286	0·2977	0·2273	0·1926
60	1·4064	1·0373	0·7501	0·6478	0·4801	0·3296	0·2984	0·2275	0·1928

§ 18. Les minima de pv. Dans son mémoire cité dans l'introduction, S. Wróblewski propose une application intéressante du théorème général des états correspondants au calcul des constantes critiques d'un gaz; elle est basée sur la considération des positions des minima de courbes isothermes de compressibilité $\eta_\theta = f(p)$. Il croyait avoir démontré, par ses expériences, l'existence d'un minimum de l'isotherme —182·4 de l'hydrogène, pour une pression voisine de 14 atmosphères. En comparant les coordonnées réduites de ce minimum avec les positions des minima de quelques autres gaz, il conclut que cette observation s'accorde avec les valeurs des constantes critiques de l'hydrogène $\theta_c = -240{\cdot}4$, $p_c = 13{\cdot}3$ atm. déduites par lui-même au moyen d'un raisonnement d'un ordre tout à fait différent. Il n'hésite donc pas à énoncer le théorème qui porte son nom, savoir: que les positions des minima des courbes de compressibilité, exprimées en coordonnées réduites, sont les mêmes pour

tous les gaz. Malheureusement l'existence du minimum à 14 atm. pour l'isotherme —182·4, signalée par Wróblewski, est plus que douteuse, comme l'a déjà remarqué M. J. Zakrzewski, l'éditeur du mémoire posthume de Wróblewski; il paraît qu'une erreur de calcul ait été la cause de l'inflexion correspondante de l'isotherme. Tout de même il est très remarquable que les constantes critiques de l'hydrogène, données à une époque déjà ancienne par Wróblewski, diffèrent si peu de celles qui résultent des expériences modernes sur l'hydrogène liquide. Quant au théorème de Wróblewski qui vient d'être rappelé et dont l'accord avec l'expérience a été mis en évidence, pour plusieurs gaz, par Wróblewski lui-même et par d'autres savants, il paraît que précisément pour l'hydrogène il soit loin d'être applicable.

En effet, les valeurs de η_0 données au § précédent (table IV) et les courbes de compressibilité tracées d'après les données de cette table (fig. 5) prouvent avec évidence l'existence des minima aux températures les plus basses à partir de —183°. Pour l'isotherme de —183° en trouve un minimum très peu prononcé vers 32 atm; un autre, plus marqué vers 43·5 atm. pour l'isothérme —190°; enfin des minima vers 55 atm. et 54·8 atm. pour les isothermes —205° et —212° respectivement. Bien que l'existence de ces minima soit incontestable, j'insiste pour constater que les pressions correspondantes sont très incertaines; une erreur de moins de 0·03% dans la valeur du coëfficient $\alpha_{p,\theta}$, ce qui représente la limite extrême de précision de mes déterminations dans la région de températures basses, suffit pour déplacer les positions de ces minima très aplatis de plusieurs atmosphères. Malgré cette incertitude je crois qu'il est bien établi, qu'à la température de —183° il n'y a pas de minimum à 14 atmosphères, mais qu'en réalité il existe vers une pression à peu près double. Une discordance pareille a également lieu pour les autres isothermes. Il est vrai que le parcours de la courbe normale des positions réduites des minima de pv est mal connu au delà de la température réduite de 2·0 ou 2·5; tout de même, si, en se basant sur ce tracé si peu certain, on cherche à calculer la pression critique de l'hydrogène, en partant de la température critique de —241 = 32° abs., qui paraît être bien fondée, on obtient des valeurs variables, selon l'isotherme choisie: 21 atm. résulteraient du minimum à —212°, tandis que les minima à —190° et —183° conduisent à une pression d'une trentaine d'atmosphères

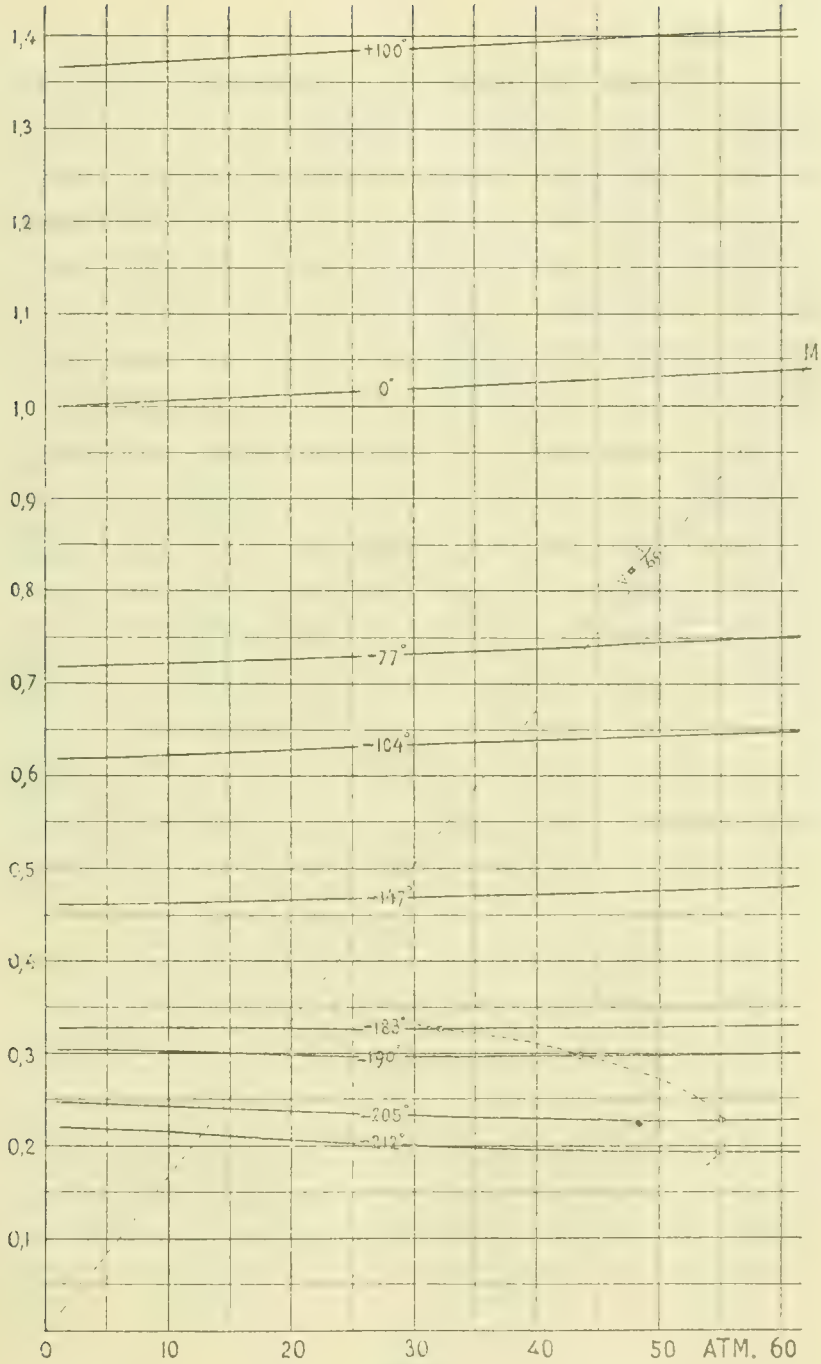

1,4
1,3
1,2
1,1
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
+100°
0°
-77°
-104°
-147°
-183°
-190°
-205°
-212°
M
0
10
20
30
40
50
ATM. 60

Fig. 5.

environ. Tout se passe donc comme si l'hydrogène, à des températures plus élevées que —180° ou —190°, était un gaz, auquel appartiendraient les constantes critiques: $\theta_c = -241°$, et une pression critique p_c à peu près double de celle, qui résulte des expériences sur l'hydrogène liquide (entre 13·5 et 15 atm. selon M. Olszewski). Il ne me paraîtrait donc pas trop hardi d'émettre l'hypothèse, qu'à mesure que la température de l'hydrogène s'approche de son point critique, une polymérisation graduelle de ses molécules a lieu, qui résulte dans la formation de molécules doubles à l'état critique. Quoi qu'il en soit, je tiens à rappeler que je ne suis pas seul à signaler des propriétés anomales de l'hydrogène aux températures très basses. M. Dewar, à l'occasion d'une étude comparative des gaz solidifiés [1]), est parvenu à des conclusions, à peu près analogues.

§ 19. Le coëfficient de pression. À l'aide du diagramme de courbes de compressibilité $\eta_0 = f(p)$ (fig. 5) on trouve aisément la variation de la pression avec la température, à volume constant. Il suffit, comme on sait, de mener des lignes droites par l'origine des coordonnées; leurs intersections avec les courbes η marqueront les pressions correspondantes aux températures inscrites sur ces courbes; la densité, dont la valeur est indiquée par le rapport $p : \eta$, restant constante. Par ce moyen, ou plutôt par un calcul simple, équivalent à cette construction, je suis arrivé aux nombres contenus dans la table suivante, dans laquelle l'unité de la densité est la densité normale. Les droites ont été menées par les points $v = \frac{1}{60}$, $v = \frac{1}{55}$..... de l'isotherme η_0 (voir table II). Pour cette raison la table V s'arrête à la densité $\frac{1}{60}$ (droite O M, fig. 5).

(Voir Table V.)

Comme dans la plupart des corps étudiés antérieurement, il se trouve qu'aux températures suffisamment élevées, la pression, à densité constante, est très exactement une fonction linéaire de la température. En effet les courbes qu'on obtient, en prenant les températures pour abscisses, les pressions, correspondantes à une densité donnée, pour ordonnées, sont des droites, à partir de +100°

[1]) Proceed. Roy. Soc. March. 1904.

TABLE V.

Pressions de l'hydrogène

à température θ, densité constante $= \frac{1}{v}$ normale.

Densité $\frac{1}{v}$	Température θ								
	+100°	0°	−77°	−104°	−147°	−183°	−190°	−205°	−212
	Atmosphères								
5	6·85	5·012	3·60	3·10	2·31	1·64	1·51	1·23	1·10
10	13·75	10·056	7·21	6·21	4·62	3·28	3·02	2·46	2·20
15	20·69	15·131	10·85	9·34	6·94	4·93	4·53	3·69	3·29
20	27·68	20·238	14·50	12·49	9·27	6·57	6·04	4·90	4·37
25	34·73	25·380	18·18	15·64	11·60	8·21	7·55	6·12	5·44
30	41·82	30·554	21·88	18·82	13·94	9·85	9·05	7·32	6·51
35	48·96	35·762	25·59	22·01	16·28	11·49	10·55	8·52	7·57
40	56·19	41·006	29·33	25·22	18·63	13·12	12·04	9·71	8·62
45	63·40	46·285	33·09	28·44	20·98	14·76	13·53	10·90	9·67
50	—	51·598	36·87	31·68	23·35	16·39	15·02	12·08	10·70
55	—	56·945	40·67	34·93	25·72	18·02	16·50	13·25	11·73
60	—	62·331	44·49	38·21	28·10	19·64	17·98	14·42	12·74

jusqu'à —100° environ. Ce n'est qu'au dessous de cette température, que la pression commence à diminuer plus rapidement, d'autant plus que la température est plus basse et la densité plus grande. Pour toute température supérieure à —100° on peut donc mettre

$$p = p_0 (1 + \beta . \theta) \qquad (3)$$

p_0 étant la pression à 0°, correspondante à la densité considérée. Le coëfficient de pression β est d'ailleurs une fonction croissante de la densité. Par une analyse soigneuse des nombres de la table V je trouve que, dans les limites de cette table, c'est à dire pour des densités comprises entre *1* et *60*, l'accroissement du coëfficient β avec la densité est nettement proportionnel à celle-ci (et non pas au carré de la densité, comme cela résulterait de la formule de M. van der Waals). En considérant le point $\beta = 0{\cdot}0036625$ pour $p_0 = 1$ mètre de mercure, comme un point certain de la droite représentant la variation de β avec la densité, je trouve que la valeur

$$\beta = 0{\cdot}0036612 + \frac{0{\cdot}000000984}{v} \qquad (3 \text{ bis})$$

rend très bien compte de mes observations. En supposant que la formule soit applicable à l'hydrogène raréfié, la partie constante de cette expression serait donc la valeur limite du coëfficient de pression (et aussi de dilatation) pour une densité extrêmement faible.

Dans la table VI on trouve les différences Δ entre les valeurs calculées d'après la formule (3) et les valeurs de la pression p, tirées de l'observation (table V).

TABLE VI.

Valeurs des différences

$$\Delta = p_0 \left\{ 1 + \left(0{\cdot}0036612 + \frac{0{\cdot}000000984}{v} \right) . \theta \right\} - p.$$

Densité $\frac{1}{v}$	Température θ								
	+100°	0°	—77°	—104°	—147°	—183°	—190°	—205°	—212°
	Différences Δ en atmosphères								
5	0	0	0	0	0	+0·01	+0·01	+0·01	+0·02
10	0	0	0	+0·01	+0·01	+0·02	+0·02	+0·03	+0·03
15	0	0	0	+0·01	+0·01	+0·02	+0·03	+0·04	+0·05
20	+0·01	0	0	0	+0·02	+0·03	+0·04	+0·07	+0·07
25	0	0	0	+0·01	+0·03	+0·05	+0·06	+0·08	+0·11
30	+0·01	0	—0·01	+0·01	+0·04	+0·07	+0·08	+0·12	+0·14
35	+0·02	0	0	+0·01	+0·05	+0·09	+0·10	+0·15	+0·17
40	—0·01	0	—0·01	0	+0·07	+0·12	+0·13	+0·19	+0·21
45	+0·03	0	—0·01	+0·01	+0·09	+0·14	+0·17	+0·23	+0·25
50	—	0	—0·01	+0·01	+0·10	+0·17	+0·20	+0·27	+0·31
55	—	0	—0·02	+0·01	+0·12	+0·21	+0·25	+0·32	+0·36
60	—	0	—0·01	0	+0·14	+0·26	+0·29	+0·37	+0·43

Ce n'est qu'à partir de —100° que les différences Δ deviennent systématiques et atteignent 2 à 3°/₀ pour —212°. L'allure de ces différences est assez régulière pour pouvoir être exprimée par une formule empirique. On trouve aisément que les produits $v . \Delta$, pour une température donnée, suivent de très près les lignes droites. L'expression complète de la pression à volume constant serait donc

$$(4) \qquad p = p_0 (1 + \beta . \theta) - \frac{l(\theta)}{v} - \frac{m(\theta)}{v^2},$$

les coëfficients l et m étant des fonctions de la température seule. La forme de ces fonctions ne semble pas être simple. Je trouve les

valeurs suivantes des coëfficients l et m pour plusieurs températures:

θ	$l(\theta)$	$m(\theta)$
—100°	presque 0	presque 0
—147°	0·0003	0·000034
—183°	0	0·000072
—190°	0·0003	0·000076
—205°	0·0017	0·000075
—212°	0·0008	0·000106

D'ailleurs il ne faut pas attribuer trop d'importance à ces nombres. Il se peut fort bien, que l'allure régulière des petites différences Δ, se soit introduite artificiellement par les procédés graphiques servant à l'élimination des erreurs accidentelles. Je remarquerais seulement que dans mes anciens travaux sur l'air atmosphérique[1]) j'ai constaté des différences Δ du même sens.

§ 20. L'équation caractéristique de l'hydrogène. Considérons l'unité de volume d'hydrogène sous la pression d'une atmosphère, à 0°. Comprimons ce gaz, sans changer la température, jusqu'à ce que la densité devienne $\frac{1}{v}$; la pression p_0 qui en résulte est donnée par l'équation (2) du § 12. Enfin, changeons la température de 0° à θ°, à densité constante; la pression prendra la valeur p, calculable d'après l'équation (3) ou (4) du § précédent. Finalement on obtient:

$$pv = \left(0{\cdot}999384 + \frac{0{\cdot}0006154}{v} + \right.$$
$$\left. + \frac{0{\cdot}000000706}{v^2}\right)\left\{1 + \left(0{\cdot}036612 + \frac{0{\cdot}000000984}{v}\right).\theta\right\} -$$
$$- l(\theta) - \frac{m(\theta)}{v}$$

une équation qui rend compte de mes observations, pour des densités, qui ne dépassent pas 60× densité normale. Pour des températures supérieures à —100° ou pourra mettre $l = m = 0$.

---

[1]) „Rozprawy" de l'Acad. de Cracovie XXXII, 1895.

L'étude expérimentale des isothermes de l'hydrogène, donnée dans ce mémoire, ne suffit pas pour constituer une description complète des propriétés de ce gaz au point de vue thermodynamique. Il faudrait la compléter par une étude calorimétrique, comme je l'avais tenté autrefois dans le cas de l'air atmosphérique. La question si importante et si intéressante des variations de l'effet Kelvin-Joule pour l'hydrogène, abordée d'une manière si heureuse par M. Olszewski, par sa détermination du point d'inversion, s'impose ici en premier lieu, et je me propose de poursuivre prochainement son étude.

Laboratoire de physique de l'Université de Cracovie, mai 1905.

---

24. M. M. RACIBORSKI m. c. **Utleniające i redukujące własności komórki żywej. Część I. Utleniająca zdolność powierzchni chłonnej korzenia roślin kwiatowych.** (***Oxydierende und reduzierende Eigenschaften der lebenden Zelle. Abt. I. Über die oxydierende Fähigkeit der Resorptionsfläche der Wurzel der Blütenpflanzen***) (*Propriétés oxydantes et réductrices de la cellule vivante. I-ère partie. Sur la faculté oxydante de la surface absorbante de la racine des plantes à fleurs.*

In der vorliegenden Abhandlung will ich die prägnantesten mir bekannten Demonstrationen zusammenstellen, mit deren Hilfe die oxydierende Wirkung der Resorptionsfläche der Wurzel bei den Blütenpflanzen am anschaulichsten bewiesen werden kann. Die bedeutende extracelluläre Oxydation der Wurzeloberfläche, also eine die tote Umgebung derselben verändernde Tätigkeit der lebenden Wurzelzellen soll doch nicht nur den Biologen, sondern auch den Agrikulturchemiker, wie auch den Pedologen, der sich mit den Oxydationen der Ferro- oder huminsauren Salze im Boden beschäftigt, interessieren. Trotzdem wissen wir über derartige Oxydation sehr wenig, ja es wurde dieselbe vielerorts, wie es scheint wegen Mangel an geeigneter Demonstrationsmethode, einfach in Frage gestellt.

Daß die Wurzeloberfläche, im Gegensatz zu der Blatt- und Stammoberfläche (einige Ausnahmen unter den letzten sollen anderswo Erwähnung finden), von einer organischen Substanz durchtränkt ist, wissen wir seit dem bekannten Experiment von J. Sachs mit einer Lösung von übermangansaurem Kali, welches dabei reduziert wird

(J. Sachs Experim. Physiologie 189). Solche reduzierende Wirkung der Wurzeloberfläche kann sehr schön mit Hilfe des Jodstärkefließpapiers demonstriert werden. Auf einer befeuchteten Lage solches Papiers wachsende Wurzeln entfärben an den Kontaktstellen, nachher auch in der Umgebung die Stärkelösung total. Daß tatsächlich wenigstens eine teilweise Reduktion des freien Jods zu Jodwasserstoff stattgefunden hat, zeigt die wiedereintretende Blaufärbung des Stärkefließpapiers nach Einwirkung eines Oxydans z. B. $H_2 O_2$. (Selbstverständlich soll man das Jodstärkepapier mit Hilfe einer alkokolischen Jodlösung ohne Jodkali bereiten).

Mit den oxydierenden Wirkungen der Wurzeln hat sich meines Wissens nur Hans Molisch in der Abhandlung „Über Wurzelausscheidungen und deren Einwirkung auf organische Substanzen" (Sitzungsberichte der mat. nat. Klasse der Ak. Wien, Band 96. 1888. S. 84. ff.) beschäftigt. Leider haben seine Beobachtungen wenig Beachtung gefunden. Nach W. Pfeffer (Beitr. zur Kenntnis der Oxydationsvorgänge in lebenden Zellen. Leipzig 1889 S. 106) fehlt bei den Untersuchungen von Molisch „der sichere Nachweis, daß es sich hierbei, wie es wohl möglich ist, um Sekrete lebender Zellen handelt, und es ist immerhin zu bedenken, daß an Wurzeln verschiedene Zellen der Peripherie frühzeitig absterben". W. Höveler (Über die Verwertung des Humins bei der Ernährung der chlorophyllführenden Pflanzen, Jahrbücher für wiss. Bot. Bd. 24. 1892, S. 313) glaubt auf Grund eigener mir, was die kritische Seite anbelangt, wenig verständlicher Versuche, den Deutungen von Molisch widersprechen zu müssen. F. Czapek (Zur Lehre von den Wurzelausscheidungen; Jahrb. für wiss. Bot. Bd. 29. 1896, S. 379) ist der Ansicht, die vermeintlich „oxydierende" Eigenschaft der Wurzel auf die Anwesenheit der Diastase zurückführen zu dürfen. Diastasen besitzen jedoch, wie wir heute wissen, keine oxydierende Wirkung.

Wie aus den Ausführungen Pfeffers zu ersehen ist, soll zunächst die Gewißheit gewonnen werden, daß eine eventuell auftretende extracelluläre Oxydation der resorbierenden Wurzelzellen eine Lebensreaktion derselben, nicht aber eine postmortale Erscheinung ist. Dieses Ziel kann am besten durch Verwendung solcher Reagenzstoffe oder solcher Lösungen erreicht werden, welche das normale Wachstum der Pflanze ermöglichen. Da aber in tiefglasigen Wasserkulturen nicht immer leicht gleichmäßige Verteilung des Sauerstoffes in verschiedenen Tiefen, besonders bei lange Wurzeln bil-

denden Pflanzen zu erreichen war, ferner ich mich von Rücksichten auf Sparsamkeit, so wie auch auf Anschaulichkeit leiten lasse, so bediene ich mich der bequemsten Demonstrationsmethode, nämlich der mit geeigneten Indikatoren imbibierten Fließpapiere.

Reines Fließpapier wird mit entsprechender, nicht toxischer Lösung getränkt, dann ausgetrocknet in entsprechend breite und hohe sterile Kulturschalen einzeln oder zu mehreren zusammengelegt und mit sterilem Wasser benetzt. Auf dieses Fließpapier werden entweder lebhaft wachsende Keimpflanzen gelegt, oder falls es sich um länger dauernde Versuche handelt, sterilisierte Samen zur Keimung gebracht. Die Samen sterilisiere ich jetzt immer so, daß die mit absolutem Alkohol ausgewaschenen, später mit 2 ‰ Sublimatlösung 10—30 Min. behandelten Samen nachher mit absolutem Alkohol von anhaftender Sublimatlösung, später mit sterilisiertem Wasser von Alkohol befreit werden. Doch genügt auch diese Behandlung nicht immer, um einerseits sterile, anderseits keimfähige Samen zu bekommen.

Verschiedene Pflanzen habe ich auf die Fähigkeit hin, leicht oxydable Stoffe der Umgebung mit Hilfe des Luftsauerstoffs zu oxydieren, untersucht und bis jetzt keine Phanerogamenart gefunden, welcher die Eigenschaft der extracellulären Oxydation der Wurzeloberfläche abginge. Zwischen verschiedenen Blütenpflanzen lassen sich zwar starke Gradunterschiede in dieser Beziehung konstatieren. Während z. B. die Oxydationen vermittelst der Wurzeloberfläche des Pisum, Phaseolus, Lotus, Cannabis rasch eintreten und intensiv ausfallen, sind diejenigen bei Triticum, Linum, Raphanus, Sinapis, Papaver, Nicotiana, Pinus langsamer und schwächer.

Was die Stärke der Oxydation anbelangt, so will ich gleich jetzt bemerken, daß mir keine Blütenpflanze vorgekommen ist, welche Jodwasserstoff, resp. dessen Salze zu Jod, oder Jod zu Jodsäure oxydieren könnte, während bei manchen Pilzen die oxydation von Jodkali zu freiem Jod wirklich eintritt. Doch will ich über die extracellulären Oxydationen und Reduktionen der Pilze erst in einer anderen Abhandlung berichten.

Zum Zwecke einer Demonstration der extracellulären Oxydationen der Phanerogamenwurzel kann ich folgende Reagentien empfehlen:

1., α-Naphthylamin ($C_{10}H_7 . NH_2$), wenig in Wasser, leicht in Alkohol und Äther löslich, die lebende Plasmahaut durchdringend und in starken wässerigen Verdünnungen unschädlich. Durch verschiedene

Oxydationsmittel wird der intensiv gefärbte Piria-Farbstoff gebildet. Zu Versuchen wurden verschieden starke Lösungen verwendet, nämlich eine 1‰, 0·2‰, 0·02‰, 0·002‰, 0·001‰. Die 1‰ Lösung beeinflußt die Wurzeln schädlich, kann jedoch zum Imprägnieren des nachher mit Wasser benetzten Fließpapiers verwendet werden. Die stark verdünnten Lösungen, welche z. B. 1 oder 2 Teile Naphtylamin pro Million Teile Wasser enthalten, lassen sich sehr gut auch für Wasserkulturen verwenden, in welchen, soweit der Sauerstoff genügend gelöst ist, die Wurzeloberfläche die Oxydation des Naphtylamins bewirkt. Das bei der Oxydation gebildete violettblaue Oxynaphtamin ist von sehr dunkler Farbe, in Wasser unlöslich, und eignet sich deswegen sehr gut zum Bestimmen der Lokalisation der oxydierenden Fläche. In sehr schwachen Lösungen, in welchen die Pflanzen bis zu 2 Wochen ohne Schaden wachsen können, tritt die Reaktion im Verlaufe von 24—36 Stunden ein, in mehr konzentrierten dagegen, die jedoch mit Vorsicht zu benutzen sind (manche Pflanzen, z. B. Papaver sind gegen Naphtylamin empfindlich) schon im Verlaufe von 2—3 Stunden.

2. Benzidin ($NH_2 . C_6 H_4 . C_6 H_4 . (NH_2)$ als freie Base verwendet. In kaltem Wasser sehr wenig, dagegen in Alkohol und Äther löslich, in lebende Zellen eindringend, doch in schwachen Konzentrationen der Pflanze nicht schädlich; wird mit Hilfe verschiedener Oxydationsmittel leicht in einen zunächst blauen, dann dunkel violettbraunen, in Wasser unlöslichen Körper umgewandelt, ebenso durch die Resorptionsfläche der Wurzel bei Gegenwart von Luftsauerstoff. Zum Imprägnieren des Indikatorpapiers wurde eine alkoholische 1‰ Lösung verwendet. Wasserkulturen wurde Benzidin zu 0·25‰, 0·1‰, 0·02‰ oder 0·01‰ zugesetzt. Die Konzentrationen 0·25‰ und 0·1‰ sind jedoch schon nach vier Tagen für Sinapis und Cannabis sichtbar schädlich, liefern aber bei Fagopyrum, Phaseolus, Helianthus eine sehr starke fast schwarze Reaktion im Verlaufe von drei Stunden. Man soll jedoch nur schwache Lösungen vorziehen, und eventuell 24—48 Stunden auf die Reaktion warten (eine schwache Reaktion ist schon nach wenigen Stunden sichtbar). Bei Triticum, Sinapis, Fagopyrum, Papaver, Nicotiana ist die mit schwachen Lösungen erzielte Reaktion viel schöner und intensiver, als diejenige mit einer stärkeren Lösung.

3. Phenolphtalin; farblose Krystalle, sehr wenig löslich in kaltem Wasser, löslich in Alkohol, lebendes Plasma durchdringend. Wird

am besten selbst durch Reduktion des käuflichen Phenolphtaleins mit Zinkstaub und Kalilauge erhalten, wobei man sich überzeugen soll, daß das Präparat (besonders wenn es nicht frisch gemacht ist), noch nicht oxydiert ist. Es wird durch verschiedene Oxydationsmittel, besonders schön und leicht durch die Resorptionsfläche der Wurzel in Phenolphtalein mit Hilfe des Luftsauerstoffs verwandelt, und die Oxydation ist dann mit verdünnter Kalilauge zu konstatieren.

Die Phenolphtalinlösung eignet sich weniger für wissenschaftliche Lokalisationsuntersuchungen, da die fuchsinrote Farbe der alkalischen Lösung im Wasser löslich ist, anderseits die Pflanze durch Kalilaugezusatz vernichtet wird. Es läßt sich also eine Pflanze nur für eine Demonstration benutzen. Dagegen eignet sich dieselbe fast besser als die anderen zu Hörsaaldemonstrationen.

Was die Schnelligkeit des Auftretens der Reaktion anbelangt, so ist diese so bedeutend, daß mit Hilfe der Zeitmessung vergleichende Ziffernzahlen zu bekommen sind. Ich habe Keimlinge der Cannabis sativa bei Temperatur 20° C. in dieser Hinsicht untersucht, indem sie auf feuchtes Phenolphtalinpapier gelegt wurden. Nach 5 Minuten war noch keine Reaktion sichtbar, nach 10 Minuten wurden schon rosarote Spuren in der Wurzelhaarregion bemerkbar; nach 20 Minuten ist die Reaktion (natürlich nur an Kontaktstellen) schon sehr deutlich.

4. Ferrosalze. Die besten Resultate liefert das Mohr'sche Doppelsalz, Ferro-ammonium-sulfat, welches durch seine Luftbeständigkeit ausgezeichnet ist. Es waren zunächst eine $1^0/_{00}$ und eine $0{\cdot}1^0/_{00}$ Lösung verwendet. Die erstere schadet jedoch manchen Pflanzen schon nach kurzer Zeit (Linum, Papaver, Triticum), oder färbt die Gerbstoffzellen (Fagopyrum). Sollten die Versuchspflanzen längere Zeit gesund bleiben, und handelt es sich nicht um eine, sehr intensive Farben-Reaktion, so kann man Wasserkulturen mit $0{\cdot}01^0/_{00}$, (also 1 Teil Fe $(NH_4)_2$ $(SO_4)_2$ auf 100000 H_2O) benutzen. Durch die katalytische Wirkung der Wurzeloberfläche wird die farblose Lösung mit Hilfe des Luftsauerstoffs oxydiert, und ein gelbbrauner Ockerniederschlag bedeckt die Wurzeloberfläche. Zu demselben Zweck läßt sich auch $0{\cdot}1^0/_{00}$ Ferrosulfat- oder Ferrochlorid-Lösung verwenden, doch sind diese weniger luftbeständig.

Die vier oben beschriebenen Methoden kann ich besonders empfehlen, und sie genügen auch für alle mich interessierenden

Fragen. Es wirkt jedoch die resorbierende Wurzeloberfläche auf sehr verschiedene andere Körper katalytisch, ihre Oxydation beschleunigend, und es wird wahrscheinlich in der Zukunft möglich sein, unter den unzähligen aromatischen Verbindungen auch solche zu finden, welche besser als die oben erwähnten dem Zwecke entsprechen. Während die meisten Enzyme (Emulsin ausgenommen) nur auf spezifische Körper ihre Wirkung üben, ist der Bereich der Oxydationwirkung der Wurzeloberfläche sehr weit, und umfaßt sehr verschiedene chemische Körper, bei deren Oxydation nicht immer eine Sauerstoffbereicherung des oxydierten Körpers stattfindet. Einige solcher Reagentien, die ich ausprobiert habe, sollen hier erwähnt werden.

5. Aloe Barbados. Es ist eine wässrige, filtrierte Lösung von blaßgelber Farbe und wird durch die Wurzeloberfläche prachtvoll rot gefärbt. Der rote Farbstoff ist jedoch im Wasser löslich, und deswegen wird die Aloereaktion, welche sich zu Vorlesungsversuchen eignet für mikroskopische Zwecke unbrauchbar. Die Reaktion ist in wenigen Stunden sehr deutlich, und dabei den Pflanzen unschädlich.

6. Guajakharz. Das mit einer alkoholischen, filtrierten Lösung getränkte, nach Austrocknen mit Wasser benetzte Fließpapier läßt sich als Indikator verwenden, bietet jedoch keine Vorzüge, da die Wurzeln von der Papieroberfläche nach oben sich krümmen, anderseits das Guajakblau wasserlöslich ist. Die Reaktion ist hingegen sehr empfindlich, und tritt nach einigen, längstens nach 24 Stunden ein.

7. Phloridzin. Dieses farblose, in Wasser wenig lösliche Glukosid, welches durch percarbonsaures Kali prachtvoll rot oxydiert wird, eignet sich wenig als Indikator. Nach einigen Stunden (3—4) wird die Wurzeloberfläche gelblich, nach 24 Stunden gelborange gefärbt; Rotfärbung wird durch keine Pflanze verursacht.

8. Kaffeegerbsäure $C_{15} H_{18} N_8$ in äußerst starker Verdünnung verwendet (Indikatorpapier fast farblos, kaum merklich gelblich), liefert sehr instruktive Bilder der Kontaktstellen der Wurzel von dunkelblauer Farbe. Besonders stark reagiert Pisum und Cannabis, schwächer Linum, Sinapis, Fagopyrum. Den Wurzeln ist es unschädlich.

9. Pyrogallol, Leukomethylenblau, Ursol liefern auch gute Reaktionen, doch tritt die Reaktion bei den zwei letzteren, ebenso

wie mit Tetramethylparaphenylendiamin zu rasch mit dem Sauerstoff der Luft ein.

Die extracellulären Oxydationen der oben besprochenen leicht oxydablen Verbindungen sind bei allen untersuchten Phanerogamen streng lokalisiert, und der resorbierenden Fläche der Wurzel eigen. Mit ihrer Hilfe ist gewöhnlich die Bestimmung leicht, ob eine gewisse Epidermiszelle schon zum hypokotylen Glied oder zur Wurzel gehört. Am intensivsten treten Oxydationen in der Wurzelhaarregion ein; mit dem Alter der Wurzel, nach dem Absterben der Wurzelhaare wird dieselbe schwächer und die Abschwächung der Reaktion, an der weniger intensiven Färbung bemerkbar, schreitet mit dem Wachstum in basipetaler Folge. Die kurze, wachsende Zone der Wurzel zwischen der Wurzelhaube und der Wurzelhaarregion zeigt entweder keine Reaktion (Fagopyrum, Sinapis, Triticum), oder eine sehr schwache (Cannabis). Die Zellen der Wurzelhaube verhalten sich in dieser Hinsicht bei verschiedenen Pflanzen verschieden. Bei Pisum, Phaseolus, Cannabis, Triticum besitzen die Wurzelhaubezellen eine schwach oxydierende Eigenschaft, welche jedoch im Vergleich mit den starken Oxydationen der Resorptionfläche nur unbedeutend ist; bei Sinapis, Raphanus, Fagopyrum konnte ich keine Reaktion der Wurzelhaube beobachten.

Die Oxydationen treten in Benzidin- und Naphtylaminpräparaten einerseits auf der äußeren Oberfläche der Zellmembran der Wurzelhaare und der Epidermiszellen, weiter in der Membran selbst und endlich in der äußeren Plasmahaut auf. In der längere Zeit reagierenden Wurzel nimmt das ganze Plasma der Epidermis- und Haarzellen den Stich der dunkeln Farbe des oxydierten Reagens auf, doch kann ich nicht beurteilen, ob in diesem Falle eine langsame Diffusion des peripherisch gebildeten Farbstoffes, oder eine nachträgliche endocelluläre Oxydation stattgefunden hat.

Um festzustellen, ob die besprochene Oxydation mit Hilfe des atmosphärischen Sauerstoffs, oder vermittelst des in der Pflanze enthaltenen Sauerstoffs, oder möglicherweise des locker in der Pflanze gebundenen Sauerstoffs bewirkt wird, habe ich dieselben Versuche unter Ausschluß des Luftsauerstoffs in der Wasserstoff-

und Kohlendioxydatmosphäre wiederholt. Schon ein Vorversuch mit Pflanzen, die unter dem Rezipienten der Luftpumpe neben einem sauerstoffabsorbierenden Pyrogallol und Kalilauge enthaltenden Gefäß reagiert haben, zeigte, daß die oxydierende Reaktion zwar wirklich stattfindet, sich jedoch verspätet und bedeutend abgeschwächt erscheint. Die Versuche waren z. T. in Wolff'schen Dreihalsflaschen, teils in breithalsigen Erlenmeyerschen Kolben, die mit einem Seitenrohr für Gaszufluß versehen waren, gemacht. Durch den mittleren Hals der Wolff'schen Flaschen, resp. durch eine der zwei Kautschukstöpselöffnungen der Erlenmeyerschen Kolben wurde ein mit Hahn versehener Scheidetrichter, welcher die oxydable Flüssigkeit, nämlich Benzidin, Naphtylamin, oder Phenolphtalin enthielt, geführt. Die Stöpsel waren luftdicht; in den Wolff'schen Flaschen benutzte ich dazu gewöhnlich niedrige, tief eingesetzte Korkstöpsel, die mit Paraffin dünn bestrichen, und oben mit Quecksilber bedeckt waren. In den Flaschen, welche eine dünne Lage reines Wasser bekamen, wurden die Versuchskeimlinge geworfen, und nach dem Schließen der Scheidetrichteröffnung, reiner Wasserstoff, (eventuell Kohlendioxyd) solange eingeleitet, bis man den austretenden Wasserstoff entzünden konnte.

Nachdem aus den Gefäßen die Luft ganz verdrängt war, wurde aus den Scheidetrichtern eine entsprechende Menge des Reagierstoffes in die Flüssigkeit gegossen, nämlich von Benzidin bis zu 0·25‰, Naphtylamin bis zu 0·25‰, von Phenolphtalin ein wenig gesättigte, wässerige Lösung. Als Kontrollversuche dienten Keimlinge in Petrischen Schalen, welche mit entsprechender Lösung beschickt waren. Die Reagenzlösung wurde in die CO_2 Gefäße um 6 Uhr 30 Minuten abends, in die H- Gefäße um 6 Uhr 40 Min., in die O- Schalen um 6 Uhr 45 Min. gebracht. Um 8 Uhr zeigten die Benzidin- und Naphtylaminkulturen des Pisum und Cannabis an der Luft schon eine deutliche Reaktion, Triticum eine sehr schwache, dagegen die ohne Sauerstoff behandelten gar keine Reaktion; um 11 Uhr abends war die Reaktion aller Luftpflanzen sehr deutlich, bei allen im Wasserstoff oder CO_2 kultivierten Keimlingen mit Ausnahme des Triticum trat eine Reaktion ein, bei Triticum war sie sehr schwach, kaum merklich. Um 9 Uhr morgen, also nach 14—15 Stunden waren die Wurzeln der Luftpflanzen noch dunkler gefärbt, die Wurzeln der ohne Sauerstoff kultivierten zeigten dagegen alle eine sehr schwache Färbung. Nun wurde in

die Phenolphtalingefäße vermittelst des Scheidetrichters verdünnte Kalilauge geleitet und darauf wurde eine sehr schwache Rosafärbung an den Wurzeln sichtbar.

Intensive und verhältnismäßig rasch eintretende Oxydation der oxydablen Körper der Wurzelumgebung findet also nur bei Luftzutritt statt. Doch auch bei Luftabschluß kommt eine schwache Oxydation mit Hilfe einer Sauerstoffquelle in der Pflanze selbst zu Stande. Ob es sich dabei um geringe Mengen des aus den Zellen oder aus den Intercellularen herausdiffundierenden Sauerstoffs handelt, oder ob dabei sogar lose gebundener Sauerstoff leicht oxydable Körper oxydieren kann, konnte ich nicht feststellen.

Jedenfalls war auf Grund der beschriebenen Versuche eine neue Fragestellung geschaffen, und zwar: Falls im Innern der Pflanze Stoffe vorhanden sind, welche so wie die Stoffe der Wurzeloberfläche Oxydationen katalytisch beschleunigen, so müssen wir fragen, ob im Innern der Pflanze der beschriebenen Verbrennung ähnliche Verbrennungsprozesse stattfinden, und wo dies geschieht. Diese Frage liegt schon außerhalb der vorliegenden Betrachtung und ich werde meine Beobachtungen darüber nachträglich ausführlicher darlegen. Hier will ich nur mitteilen, daß in Gefäßpflanzen die innere Wand der Gefäße und Tracheiden, an welche die lebenden Zellen des Hadromparenchyms grenzen, die Stätte der im Innern der Pflanze — bei Anwesenheit entsprechender leicht oxydabler Stoffe — stattfindenden Verbrennung ist. Dadurch sind wir imstande, die chemisch-physiologische Verschiedenheit im Verhalten des Hadroms und Leptoms der Gefäßbündel mit Hilfe der farbigen Reaktion zu demonstrieren, welche die unmittelbar oxydierende Eigenschaft der Hadromwände (durch Lebendfärbung der intakten Wurzel mit Hilfe des Benzidins oder Napthtylamins) und außerdem die erst an Schnittpräparaten zu erzielende Leptominreaktion der Siebröhren nachweisen.

---

25. M. RACIBORSKI m. c. **O rodzaju paproci Allantodia Wall.** (***Über die Farngattung Allantodia Wall***). (*Sur le genre des Fougères Allantodia Wall*).

In schattigen und feuchten Wäldern Ostasiens, von Südchina bis Ceylon, Java, Samoa und Caledonien ist eine stattliche Art. Allan-

todia javanica (Bl.) Bedd. häufig, welche einem Asplenium ähnlich, von Mettenius auch zur Gattung Asplenium gezählt wurde. Da jedoch die Sori vom Indusium ganz bedeckt sind, und da letztere bei der Reife in der mittleren Zone unregelmäßig zerspringt, so wird sie meistens in die monotype Gattung Allantodia versetzt.

Das die Sporangien ganz bedeckende Indusium könnte als auf verschiedene Weise entstanden gedacht werden. In der Literatur finde ich zwar Angaben, daß ihr Indusium allseits angewachsen ist (Christ, Farnkräuter der Erde 7; Diels, Nat. Pflanzenfamilien 222), doch da in diesem Falle trotz der äußeren Ähnlichkeit mit Asplenium, speziell Hemidiction, ihre Verwandschaft zweifelhaft wird, so habe ich die Sache an jungen Sporophyllen zu erforschen gesucht. Das Material habe ich auf Java gesammellt, wo Allantodia javanica in der unteren Waldregion der Vulkane bis zu 1700 Meter Höhe vorkommt und stellenweise sehr häufig ist (M. Raciborski, die Pteridophyten der Flora von Buitenzorg, pag. 232).

Die reifenden Sporangien sind vom Indusium allseitig umhüllt. Ein Querschnitt durch die jungen Sporophylle beweist, daß wir mit einem gewöhnlichen, einseitig angewachsenen Indusium introrsum zu tun haben, dessen freie Seite die Sporangien nicht nur bogig bedeckt, sondern mit dem zurückgekrümmten Rande dieselben sogar von der unteren Seite umhüllt. Zwar liegt dieser freie Rand der Blattfläche eng an, ist jedoch trotzdem ganz frei und gar nicht angewachsen. Die Sori sind wie bei Asplenium länglich, verhältnismäßig dick, wurstförmig. Da das steife Indusium, welches in der mittleren Partie hoch gewölbt, dagegen nicht nur an der breiten Innenseite, sondern auch an beiden Enden die Sporangien ganz umhüllt, so kann es sich bei der Reife unmöglich abheben, sondern es wird durch die Sporangien am zurückgekrümmten Rande festgehalten und springt deswegen am Rücken unter dem Drucke der Sporangien unregelmäßig auf.

Zwar nicht an allen aber doch an vielen Sori sieht man schon mit einer Lupe, der basalen Seite der Indusien fest anliegende bis 0·5 mm. hohe einzelne oder zu mehreren nebeneinander liegende Läppchen. Diese entspringen nicht von dem Sorusnerven, neben dem Indusium, sondern von der Basis der Indusien, sogar in bedeutender Höhe von der Basis, von den an diesen Stellen 2—3 Zelllagen dicken Indusien.

Ekologisch verstärken diese sekundären Indusien die schützende

Tätigkeit der normalen Indusien. phylogenetisch wäre man vielleicht mit Unrecht versucht, in denselben die Spuren des „sorus diplazioideus“ der Gattung Diplazium zu sehen. Sie sind jedoch immer steril, anders orientiert und bilden sich durch Zellteilung der normalen Indusien.

Aus Anlaß der beschriebenen Untersuchung der Allantodia habe ich ihre Sporen, mit denen der anderen Genera der Aspleniumgruppe, z. T. auch anderer Farne verglichen. In dieser Verwandschaftsgruppe finden wir folgende Differenzen in den immer bilateralen Sporen.

1) Epispor glatt oder wenig warzig, dem Exospor fest anliegend, also wenig sichtbar. So bei Athyrium nigripes, Anisogonium esculentum, Asplenium Gedeanum.

2) Epispor gefaltet, stark entwickelt, die Faltenrücken leistenförmig, die Sporen netzförmig bedeckend. So bei sehr vielen Arten der Gattung Asplenium, Blechnum, Polypodium. In der Gruppe Asplenium kommt dieser Sporentypus bei allen Genera, resp. Untergattungen vor, also bei den europäischen Aspleniumarten, Thamnopteris Nidus, Athyrium alpestre, macrocarpum, bei sehr vielen Diplaziumarten, bei Anisogonium decussatum, Darea flaccida, Hemidictyon marginale, Allantodia javanica, Scolopendrium.

3) Epispor nicht nur wie bei 2. primäre Falten und Leisten, sondern dazwischen feine, oberflächliche, secundäre netzartige Leisten tragend. Asplenium porrectum, Darea tenera, Darea sp. nov. ex Hila, Diplazium.

4) Epispor bildet kleine niedrige, spitze Stachelchen: Diplazium pusillum, D. speciosum.

5) Epispor bildet sehr dünne, doch dicht stehende und hohe, nicht spitze Warzen: Diplasium lanceum, D. lasiopteris.

6) Epispor bildet lange, spitze, häufig zurückgekrümmte, hakenförmige Stacheln: Asplenium glochidiatum, alatum, multilineatum. Darea Dregeana. Ähnliche Sporen habe ich auch bei Drymoglossum piloselloides, Cystopteris bulbifera gefunden.

Natürlich sind zwischen diesen Gruppen Übergänge vorhanden, so z. B. zwischen der Gruppe 2 und 4 bei Asplenium Seelosii und lepidum. Diese Zusammenstellung zeigt, daß die Differenzen im Bau der Sporen gar nicht als Gattungscharaktere, wenigstens im Bereiche der Gruppe Asplenium (sensu ampliori) gelten können, dagegen gute Artmerkmale liefern. Die Sporen mit deutlich abstehendem Epispor (2) zeigen eine Vergrößerung der Oberfläche mit gleich-

zeitiger Verminderung des spezifischen Gewichtes, beides Faktoren, die ihre Verbreitung durch die Luft begünstigen. Bei keiner Farnart, habe ich elaterenähnliche Ausbildung des Epispors gesehen, wie sie Karsten bei Polypodium imbricatum gefunden hat, obwohl ich diese Untersuchungen eigentlich aus dem Grunde in Angriff genommen habe um der Karstenschen Art änhlich gebaute Sporen zu finden. Manche Epiphyten haben ganz glatte Sporen (Antrophyum), während die meisten netzartige, unregelmäßige Leisten des Epispors aufweisen.

Die Stacheln oder sogar Widerhacken, finden wir besonders bei den Arten, die steile Wände und feuchte, vom Wasser berieselte Felsen der Bergschluchten bevorzugen. Stachliges Epispor ermöglicht den Sporen sogar an steilen Abhängen, oder glatten Felsen in kleinen Unebenheiten des Terrains sich festzuhalten und tatsächlich gehören alle Farne der Gruppe 4, 5 und 6, die mir näher bekannt sind, zu solchen, welche die vorher erwähnten Standplätze bevorzugen.

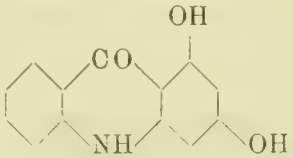
Allantodia javanica ist nach obigen Bemerkungen der amerikanischen Art Hemidiction marginatum (L.) Presl am nächsten verwandt. Es ist zwar bei Hemidiction ein Randnerv vorhanden, welcher in vollständiger Ausbildung bei Allantodia fehlt, doch sind auch hier einzelne Blattstellen häufig zu finden, wo letzte Nervillen nicht frei enden, sondern durch kurze dem Rande parallele Nerven verbunden sind. Hemidiction besitzt einen „sorus asplenioideus“ darf also nicht zu Diplazium gezählt werden. Von Asplenium sensu strict. ist Allantodia durch ihre Gefäßbündel und durch den Bau der Schuppen verschieden.

Sollten wir die Riesengattung Asplenium in weiten Rahmen behalten, dann soll Allantodia — entgegen Hooker — hieher gehören. Im Sinne der Systematik Mildes wäre Allantodia zu Athyrium zählen. Wird dagegen Athyrium, wie heute üblich, in mehrere Genera geteilt, dann soll Allantodia und Hemidiction eine Gattung bilden. Da jedoch der Name Allantodia einige Jahre älter ist als Hemidiction, so soll er bleibehalten werden und wir kennen in der Gattung Allantodia Wallich zwei Spezies A. javanica (Bl.) Bedd. in Asien und A. marginata L. in Amerika.

---

26. MM. W. BACZYNSKI et S. NIEMENTOWSKI m. c. **Dwuoxyakrydon i jego pochodne.** (***Dioxyakridon und seine Derivate***). (*Dioxyacridinecétone et ses dérivés*).

Durch frühere Untersuchungen Eines von uns wurde nachgewiesen, daß die Kondensation der Anthranilsäure mit Phloroglucin das Oxychinakridon, Derivat einer neuen Base, des Chinakridins in sehr glatt verlaufender Reaktion ergibt [1]). Außer diesem durch seine Unlöslichkeit in gewöhnlichen Solventien ausgezeichneten Körper bilden sich gewisse, damals nicht näher untersuchte, in Aceton leicht lösliche Substanzen, aus welchen zur Zeit zwei Verbindungen in reinem Zustande isoliert wurden, nämlich das Dioxyakridon und dessen Monoanilidoderivat. Bezüglich der Einzelheiten der recht mühsamen Darstellungsmethoden beider Körper muß auf die polnische Originalmitteilung verwiesen werden; hier sollen nur in aller Kürze die Eigenschaften der Körper und die Beschreibung einiger Derivate des Dioxyakridons Platz finden.



1,3-Dioxy-9-akridon krystallisiert in kanariengelben, zu Warzen vereinigten Nadeln, vom Schmelzpunkt 370°; ist leicht löslich in Aceton, bedeutend schwerer löslich in Methyl- und Äthylalkohol, Essigsäure u. drgl; schwer löslich in Wasser. Es besitzt ausgesprochen sauren Charakter; sein Natriumsalz enthält ein Äquivalent Metall und fünf Molekel Krystallwasser $C_{13}H_8O_3NNa + 5aq$; es bildet feine, seideglänzende, gelbe Nadeln, welche in Wasser leicht löslich sind. Durch Zinkstaubdestillation geht das Dioxyakridon in schlechter Ausbeute in Akridin über.

Acetyl-dioxyakridon $C_{13}H_8O_3N.CO.C_6H_5$. Es ist recht auffallend, daß sowohl beim Acetylieren als auch beim Benzoylieren nur ein Wasserstoffatom des Dioxyakridons durch Säurereste ersetzt werden konnte; auch in einem Versuche, wo mit überschüssigem Essigsäureanhydrid und geschmolzenem Natriumacetat zwei Stunden lang in zugeschmolzenem Rohr auf 200° erhitzt wurde, blieb das

[1]) Stefan Niementowski: Rozprawy Wydz. mat.-przyr. XXXI. 101.

Monoacetylderivat, das einzige Produkt der Reaktion. Dies krystallisiert aus Äthylacetat in derben, gelblichen Kryställchen, vom Schmelzpunkt 200° und löst sich in meisten indifferenten Solventien schwerer als die Muttersubstanz.

Benzoyl-dioxyakridon $C_{13}H_8O_3N.CO.C_6H_5$; dargestellt nach dem Verfahren von Schotten und Baumann; grünlich gelbe Blättchen vom Schmelzpunkt 295—297°; löslich in Alkohol und Aceton, unlöslich in Wasser, praktisch unlöslich in Alkalien und in verdünnter Salzsäure.

Durch vierstündiges Erhitzen des Natriumsalzes des Dioxyakridons mit Jodmethyl und Methylakohol im Rohr auf 150° entstehen mehrere Körper, von denen vorläufig in reinem Zustande zwei

Methyl-dioxyakridone $C_{13}H_8O_3N.CH_3$ isoliert wurden. Das in Alkohol leichter lösliche bildet sehr dünne, gelbe Blättchen welche bei 235° etwas nachdunkeln und bei 252° schmelzen und in Alkohol, Aceton u. drgl. leicht löslich sind. Das andere in Alkohol bedeutend schwerer lösliche Produkt krystallisiert in dunkel braunen, fast schwarzen Warzen, welche bei 203° schmelzen.

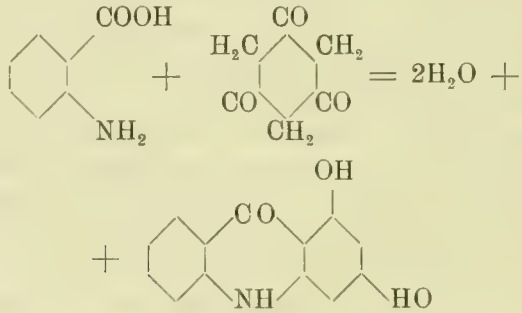
Durch Nitrieren mit Salpetersäure von spez. Gew. 1,54, bei 0° bis 3° wurden zwei isomere

Nitro-dioxyakridone $C_{13}H_8O_3N.NO_2$ erhalten. Beim Eingießen des Reaktionsproduktes in Eiswasser scheidet sich ein in üblichen Solventien schwerer lösliches Produkt, welches aus Aceton umkrystallisiert braune undeutliche Kryställchen bildet, die bei ca. 180° im Kapillarrohr sich dunkel grün färben und bei 268° mit Zersetzung schmelzen. Von diesem Körper abfiltriertes Eiswasser scheidet nach Zusatz von Ammoniak gelbe Flocken des zweiten, bei 257° mit Zersetzung schmelzenden Isomeren. Dieses wurde als ausschließliches Produkt beim 25-stündigen Kochenlassen von 5 gr. Dioxyakridon mit 300 cm. sechsprozentiger Salpetersäure erhalten. Es ist in Alkohol, Aceton u. drgl. bedeutend leichter löslich als der braune Körper. Beide Verbindungen sind in Laugen löslich. Aus dem bei niedrigerer Temperatur schmelzenden gelben Körper wurde ein Silbersalz, $C_{13}H_7O_3N.NO_2.Ag$ dargestellt und analysiert.

Anilid des Dioxyakridons $C_{13}H_9O_2N:N.C_6H_5$. Gelbe messingfarbene, metallisch glänzende, mikroskopische Blättchen, vom Schmelzpunkt 269°—270°. Leicht löslich in Methyl- und Äthyl-Alkohol, Eisessig, sehr leicht löslich in Aceton, unlöslich in Wasser,

Alkalien und Salzsäure. Durch Erhitzen im Rohr auf 200° wurde es in Anilin und Dioxyakridon gespalten.

Während das Dioxyakridon seine Entstehung einer primären Reaktion zwischen äquimolekularen Mengen von Phloroglucin und Anthranilsäure verdankt,



ist das Anilid höchst wahrscheinlich ein sekundäres Einwirkungsprodukt, hervorgegangen aus der Kondensation des Dioxyakridons mit Anilin, dem Spaltungsprodukte der Anthranilsäure:

$$C_{13}\,H_9\,O_3\,N + C_6\,H_5\,NH_2 = H_2O + C_{13}\,H_9\,O_2\,N : N\,.\,C_6\,H_5$$

Auffallenderweise konnte es indes aus bereits in reinem Zustande isoliertem Dioxyakridon durch Kochenlassen mit Anilin nicht gewonnen werden; unter diesen Bedingungen blieb das Dioxyakridon unangegriffen zurück. Erst durch fünfstündiges Erhitzen auf 200° in zugeschmolzenem Rohr wurde ein Anilid, jedoch ein Isomeres, bei 138—140° schmelzendes, erhalten. Diese Verhältnisse näher aufzuklären und die Konstitution der beschriebenen Derivate sicher festzustellen, soll Gegenstand einer späteren Mitteilung werden.

Lwów, Mai 1905. Laboratorium für allgem. Chemie der Technischen Hochschule.

---

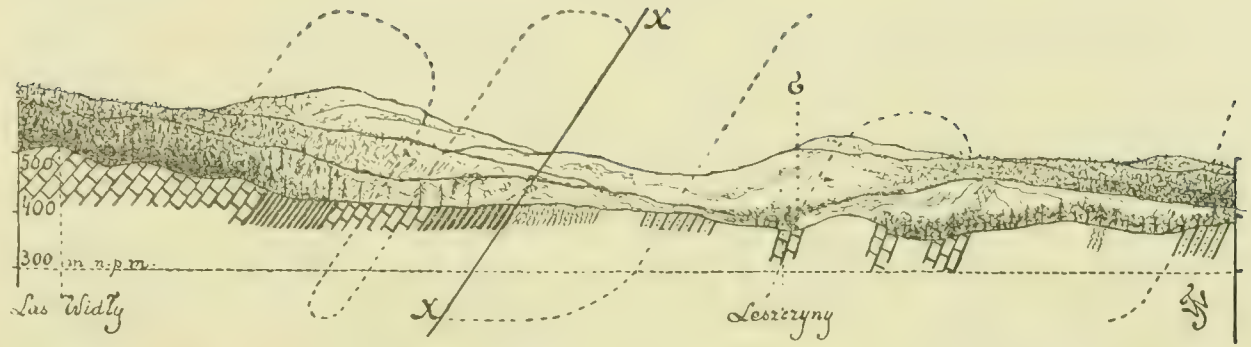
27. M. THAD. WIŚNIOWSKI. **O wieku karpackich warstw inoceramowych.** ***(Über das Alter der Inoceramenschichten in den Karpaten).*** *(Sur l'âge des couches à Inocérames dans les Carpathes).* Mémoire présenté par M. S. Kreutz. m. t. à la séance du 9 Mai 1905.

Die Frage nach dem geologischen Alter der Inoceramenschichten, welche in vielen Gegenden der Karpaten den ältesten bekannten

Horizont bilden, hat ihre lange Geschichte und eine umfangreiche Literatur. Sie wurden in verschiedenen Zeiten und von verschiedenen Forschern bald als Paläogen in ihrer ganzen Mächtigkeit oder nur zum großen Teil, bald als das Neocom oder die obere Kreide bezeichnet. Und obwohl die Meinung der meisten Geologen sich immer mehr den Behauptungen Prof. Dunikowskis, Walters und Prof. Uhligs anschloß, welcher letztere die entschiedensten Beweise des obercretacischen Alters der Inoceramenschichten lieferte, hatte sie doch bis zu den letzten Zeiten auch ihre Gegner, die mit großem Eifer das untercretacische Alter der genannten Schichten zu verteidigen versuchten. Der bekannte außerordentliche Mangel an Versteinerungen in den karpatischen Flysch-Schichten erklärt vor Allem diese frappante Divergenz der Behauptungen und Anschauungen. Somit ist es also handgreiflich, daß die von mir in dem Dorfe Leszczyny, unweit von Dobromil, in den Inoceramenschichten gemachte Entdeckung einer ganzen, vorwiegend aus den Cephalopoden bestehenden Fauna diese Frage ganz aufhellen muß und die Möglichkeit gibt, sie wenigstens teilweise entschieden und endgiltig zu lösen. Sehr klare und verständliche, tektonische Verhältnisse erleichtern wohl diese Aufgabe.

Das Querprofil durch das Dorf Leszczyny (Fig. 1), längs des Baches von dem Walde Widły bis zu dem Dorfe Makowa, beginnt mit sehr gut entwickelten, weißlichen Zementmergeln mit Sandsteineinlagerungen, welche den ältesten Horizont der Inoceramenschichten bilden. Unter den Mergeln kommen noch mitten im Walde ganz typische Wernsdorfer Schichten, als schwärzliche Tonschiefer mit Sphärosideritlinsen, zum Vorschein, und noch weiter gegen Osten begegnet man in demselben Bache wiederum Zementmergeln und in ihrem Liegenden Wernsdorfer Schiefern, welche schon am Rande des Waldes unmittelbar an die (eocänen) bunten Tone grenzen. Die oben genannten zwei Partien der Zementmergel und der schwarzen, oberneocomen Schiefer sind in dem angrenzenden Dorfe Sopotnik noch besser entblößt, längs eines Baches, welcher von Kiczora Wysoka kommt; in den Sphärosideritlinsen der Wernsdorfer Schichten wurden dort Acanthoceras Albrechti Austriae (Hoheneg.) Uhl., Crioceras Emerici Lev. vel Matheronianum D'Orb, Crioceras pulcherrimum D'Orb. vel Tabarelli

SW Fig. 1. NO



Wernsdorfer-Schichten | Fukoiden- und Zementmergel | Vorwiegend Sandsteine | Bunte Tone

Inoceramen-Schichten

ɔ Fundstelle der entdeckten Fauna

X X Verwerfungs-Linie

Länge — Maßstab — 1: 18750

Ast. und Hamites Lorioli Uhl. vorgefunden[1]). Alle Schichten streichen mehr weniger mit h. 10, ihre Neigung ist ziemlich steil nach Westen. Das Ganze stellt uns zwei gegen Osten überkippte Luftsättel der Kreideschichten dar, von denen der zweite längs einer Bruchlinie an die paläogenen, bunten Schiefer grenzt. Unter diesen Tonschiefern sieht man einen einige hundert Meter mächtigen Komplex von Sandsteinen mit grauen Ton- und Mergelschiefern, welche den oberen Teil der Inoceramenschichten, im Hangenden der Zementmergel, darstellen; weiter, im Liegenden der Sandsteine, zeigen sich in den Gräben, längs des Dorfweges in Leszczyny, die jüngsten Grenzschichten, der unteren, mergeligen Partie der Inoceramenschichten unmittelbar unter dem oberen Sandsteinkomplex. Die gelblich-weißen, ein wenig sandigen Mergelschichten, welche diesem Grenzhorizonte angehören und in einem Punkte, im östlichen Graben am genannten Wege, gegen 150 m von der Brücke über dem Bache, entblößt sind, haben eben das schon oben genannte, überraschend reiche, paläontologische Material geliefert. Das ganze Profil endet mit einem schmalen Streifen von bunten Tonen, welche die östliche Grenze dieses dritten, vorwiegend aus Sandsteinen bestehenden Kreidesattels darstellen.

In den sehr steil, fast senkrecht stehenden, fossilführenden Mergelschichten des oben genannten Punktes, habe ich unter anderen folgende Fossilien gefunden:

Pachydiscus neubergicus Hau. sp.
an gollevilensis D'Orb sp.
Phylloceras (Schlüteria)
velledaeforme Schlüt. sp.
Hamites cylindraceus Defr. sp.
Baculites anceps Lam.
Scaphites constrictus Sow. sp.
„ Niedźwiedzkii Uhl.
Brahmaites (?) Düreri Redtenb. sp.
Leda cf. semipolita Böhm.

Pachydiscus neubergicus Hauer sp. an gollevilensis D'Orb. sp.,

[1]) Wiśniowski: Przyczynek do znajomości karpackiej kredy i trzeciorzędu etc. Kosmos. R. XXIII. 1898.

Niedźwiedzki: Eine wissenschaftliche Notiz im Lemberger „Kosmos". Jahrgang XXVIII. 1903. s. 564.

in kleineren und größeren Bruchstücken, von denen ein Exemplar sogar innere Windungen besitzt, gehört zu den häufigen Formen. Die charakteristische Skulptur und auf einem der Bruchstücke sogar die Lobenlinie machen diese Bestimmung ganz sicher, während sonst die ziemlich mangelhafte Erhaltung eine sichere Entscheidung, zu welcher der zwei oben genannten Arten die Formen von Leszczyny gehören, sehr erschwert. Dieser Umstand ist aber von keiner Bedeutung für die Feststellung des Alters der fossilführenden Mergel von Leszczyny, weil beide Arten nach Grossouvre gleich charakteristische Leitfossilien für die jüngste Zone des Ober-Senons (Zone mit *Pachydisc. neubergicus)* sind.

Phylloceras (Schlüteria) velledaeforme Schlüt. sp. ist in Leszczyny auch eine nicht seltene, aber nur in Bruchstücken sich vorfindende Form. Das Dzieduszyckische Museum besitzt aus Węgierka ein recht schönes Exemplar dieses Ammoniten, welcher, wie bekannt, auch eines der bezeichnendsten Leitfossilien des deutschen jüngsten Senons darstellt.

Hamites cylindraceus Defr. sp., eine nicht minder bezeichnende Art für das oberste Senon (Zone mit *Pachyd. neubergicus*) gehört zu häufigen Formen in unseren Mergeln. Manche Stücke zeigen einen recht guten Erhaltungszustand, und ein Exemplar derselben, ausnahmsweise vollständig, ist sogar von typisch hakenförmiger Gestalt mit zwei, fast parallelen Armen.

Baculites anceps Lam. Unter den sehr zahlreichen kleinen Bakuliten, welche vielleicht mehr als einer Gattung angehören, sind nicht seltene Bruchstücke von kleinen Dimensionen bemerkenswert, welche sich auf den Flanken durch halbmondförmige, dem Rücken genäherte Rippen auszeichnen. Diese Skulptur ist sehr bezeichnend eben für die oben genannte Art, welche eines der zuverlässigsten Leitfossilien des obersten Senons darstellt.

Scaphites constrictus Sow. sp. ist die häufigste Form unter den Cephalopoden von Leszczyny. Das fast kreisförmige Gehäuse zeichnet sich durch einen so kurzen evoluten Teil aus, daß die Mündung den spiralen Teil der Schale ganz zu berühren scheint. Alle Exemplare erinnern lebhaft an die größere Form, welche von Böhm aus der Gegend von Siegsdorf in Obern-Bayern abgebildet wurde. Ein Exemplar besitzt gut erhaltenen Mundrand.

Scaphites Niedźwiedzkii Uhl. ist eine dem vorigen Scaphiten, besonders manchen kleineren Formen desselben, wie sie z. B. Böhm

abgebildet hat (Fig. 10), sehr ähnliche Art. Sie unterscheidet sich von den typischen Formen des *Scaphites constrictus Sow.* außer der viel geringeren Größe besonders durch den schmäleren, geraden Teil der Schale und durch den weiteren Nabel derselben. Die Skulptur des Gehäuses, die Höcker auf dem evoluten Teil desselben, sowohl am Bauchrande, wie auch am Nabelrande u. s. w. nähern diese Form sehr dem *Scaphites constrictus.* Sie war bis nun nur aus den Inoceramenschichten in Prałkowce bei Przemyśl bekannt.

Außer diesen Arten, welche von maßgebender Bedeutung für die Feststellung des Alters der Inoceramenschichten sind, verdient unter anderen der Ammonit *Brahmaites (?) Düreri Redtenb. sp.* genannt zu werden, eine Art, welche bisher nur aus den Gosauschichten bekannt war. Es ist wohl möglich, daß man diese Form, bei einer monographischen Bearbeitung des Materials, mit einem neuen Gattungsnamen wird belegen müssen.

Unter den bis jetzt nicht zahlreichen Lamellibranchiaten war es möglich eine *Leda cf. semipolita Böhm* zu bestimmen.

In Anbetracht der oben besprochenen Fossilien läßt sich das Alter der fossilführenden Mergel in Leszczyny mit möglichster Genauigkeit feststellen: Sie gehören also der jüngsten Zone des Obersenons an, nämlich nach Grossouvre der „Zone mit *Pachydiscus neubergicus Hauer sp.*“ und sind ein Äquivalent der Gerhardtsreiter und Pattenauer Mergel am Rande der Flysch-Alpen Oberbayerns, sowie z. B. der Lemberger Kreide. Der Komplex der Mergel, welche das Liegende dieser Schichten bilden und unmittelbar auf den Wernsdorfer Schichten sich entwickeln, kann zufolge seiner ziemlich unbedeutenden Mächtigkeit die mittlere Kreide nicht umfassen, es deutet aber alles (die cenomane Transgression der Oberkreide in den Karpaten der Bukowina und im Bereiche der südlichen Klippen, Turon ganz nahe in dem Jamnasandsteine von Spas u. s. w.) darauf hin, daß diese Mergel nicht nur dem Senon, sondern auch dem Turon und Cenoman entsprechen. Die Sandsteine mit Inoceramen *(Inoceramus salisburgensis Fugg. Kastn.),* welche das Hangende der fossilführenden Mergel von Leszczyny und das Liegende der paläogenen, bunten Tone bilden, können wohl bei seiner Mächtigkeit, welche einige Hundert Meter beträgt, nicht nur das oberste Senon, sondern das Danien und sogar die ältesten Schichten des Eocäns umfassen. Es stellen auf diese Weise die Inoceramenschichten ein

transgredierendes Schichtensystem, welches das Oberneocom in schlesischer Ausbildung unmittelbar, ohne die mittlere Kreide überlagert.

Die Schichten, welche Prof. Szajnocha mit besonderen Namen als „Schichten von Węgierka“ und „Schichten von Prałkowce“ bezeichnet hat, scheinen demselben Horizonte, wie unsere Mergel, anzugehören, was einige gemeinsame Fossilien, wie *Scaphites constrictus Sow. sp.*, *Phylloceras (Schlüteria) velledaeforme Schlüt.* und *Scaphites Niedźwiedzkii Uhl.* beweisen. Derselbe Grenzhorizont, wie in Leszczyny, zwischen den Inoceramensandsteinen und dem vorwiegend mergeligen, unteren Komplex der Inoceramenschichten, stellt in der ganzen Gegend von Przemyśl und Dobromil ein Niveau dar, reich überall an sonst in den Flyschbildungen so seltenen Fossilien; und überall sind es dieselben Leitfossilien des obersten Senons. Die Herren Prof Dr. Schmidt, Dr. Mühlberg und Dr. Tobler in Basel haben vor zwei Jahren[1]) in den Schichten, welche ganz den Mergeln von Leszczyny und Węgierka ähneln, unweit von Bircza (einem etwa 25 km. W. S. W. von Przemyśl entfernten Städtchen). *Pachydiscus cf. subrobustus Sonn.* an *colligatus Bink.* und *Hamites cf. cylindraceus Defr.* gefunden.

Was oben über das Alter der Inoceramenschichten gesagt wurde, könnte man aber ohne weiteres nur auf die Inoceramenschichten des westlichen Galiziens (westlich von Strwiąż) verallgemeinern. Schon am oberen Laufe des Dniestr, in der Gegend von Stary Sambor (ehemals Stare Miasto), also nicht mehr als 35 Km. östlich von Leszczyny, ist der jüngere Teil des oberen Kreidesystems als der sogenannte Jamnasandstein entwickelt, welcher, wie Vacek gezeigt hat, jedenfalls den Ober-Turon mit *Sphenodiscus Requieni D'Orb. sp.* umfaßt. Indem dieser Sandstein ganz wahrscheinlich in das Paläogen hinaufreicht, stellt er wohl in seinen oberen Horizonten auch ein Zeitäquivalent der Mergel von Leszczyny dar.

Die Inoceramen (Ropianka-)Schichten, welche das Liegende des Jamnasandsteins bilden, können selbstverständlich nur dem älteren Turon und dem Cenoman entsprechen. Zahlreiche Inoceramenschalen, welche in beiden Schichtkomplexen nicht selten vorkommen, stehen damit wohl im Einklange, — und doch im Pruttal, in der Gegend

[1]) Bei Gelegenheit „Geologischer Untersuchung des Gebietes der Kohlenschürfe bei Bircza“ im Jahre 1903 (nicht publiziert).

von Mikuliczyn, sollen unter dem Jamnasandsteine mit den genannten, gut erhaltenen Zweischalern[1]) die sogenannten Ropianka-(Inoceramen-)Schichten mit Nummuliten[2]) auftreten. Es muß der Zukunft überlassen werden, darüber etwas mehr Licht zu verbreiten.

Wenden wir uns aber noch einmal unseren Schichten im westlichen Galizien zu, um auf dem Boden fester Tatsachen zu bleiben. Wir werden leicht die Analogie konstatieren können, besonders in Bezug auf den faunistischen Charakter, zwischen unseren Inoceramenschichten einerseits und den obercretacischen Schichten am Rande der Flysch-Alpen in Bayern oder Salzburg anderseits, wie auch diesen faunistischen Charakterzug der Inoceramenschichten, welcher sie der deutschen Kreide nähert und keine größere Ähnlichkeit mit spezifisch alpinischen, anders gesagt, südlichen Kreidebildungen aufweist.

Lemberg, März 1905

---

28. M. R. NITSCH. **Doświadczenia z jadem laboratoryjnym wścieklizny. Część III.** ***(Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe). III-ème partie).*** Mémoire présenté par M. N. Cybulski m. t

XV.

Détermination de la dose mortelle minima de virus fixe.

Dans les expériences sur les virus, quelle que soit leur nature, il est très important de déterminer cette dose. Aussi, dès le début de mes travaux sur la rage je m'efforçais à résoudre ce problème. Celui-ci présente certaines difficultés à cause de ce que la virulence de la substance grise du cerveau n'est pas la même dans les différents endroits des hémisphères, qu'elle s'atténue assez rapidement après la mort de l'animal, que probablement elle diminue aussi pen-

[1]) Zuber: Neue Inoceramenfunde in d. ostgaliz. Karpat. Verhandl. geol. R-A. Nr. 13, 1884.
— Atlas geolog. Galicyi. Heft II, S. 80.
— Rzekomy numulit z Dory. Kosmos. R. XXVII. 1902.

[2]) Grzybowski: Mikroskop. Stud. üb. d. grünen Konglom. etc. Jahrb. geol. R-A. XLVI, 1896; auch poln.
Szajnocha: Numulit z Dory nad Prutem. Kosmos. R. XXVI. 1901.
— W sprawie numulita w Dorze etc. Kosmos. R. XXVIII. 1903.
— D. Pruttal zwischen Delatyn und Worochta etc. Kongreß-Führer. 1903.

dant la préparation de l'émulsion à la suite de la dessication, de l'action de la lumière et de l'oxygène, que souvent (surtout chez les cobayes) une partie d'émulsion inoculée s'écoule au dehors par le trou de trépanation, etc. C'est pourquoi on n'a pas réussi à résoudre ce problème d'une manière idéale. On n'a pas trouvé notamment une telle dose qu'elle amenât toujours la mort de l'animal inoculé et qu'une dose un peu plus petite qu'elle n'amenât jamais cette mort. Ce serait comme une solution mathématique du problème. Cet idéal est cependant impossible à atteindre dans la biologie. Comme d'habitude dans de déterminations de ce genre, on a obtenu 3 séries de doses, notamment: celles qui n'amènent jamais la mort, celles qui parfois amènent la mort, parfois non, enfin celles qui sont toujours mortelles. La plus petite dose de la dernière série peut être considérée comme la dose mortelle minima.

J'inoculais exclusivement la substance grise du cerveau des lapins, tués ou morts depuis quelques heures à la suite d'infection avec le virus fixe. J'ai fait toujours des inoculations intracérébrales chez des cobayes, des lapins et des chiens.

Les résultats sont consignés dans les Tables XXXI—XXXIII, établies d'après la méthode précédemment expliquée.

Voir Tables XXXI—XXXIII, page 361—366.

Nous voyons donc que ce sont seulement les dilutions de quelques cent mille fois, employées à la dose de 0,1 cc., qui peuvent neutraliser la virulence du virus fixe dans la substance grise du cerveau.

La dilution à 1:100.000 une fois seulement (XXXII, 3) n'a pas fait du mal à l'animal. On ne sait pas non plus de quelles parties des hémisphères cérébraux provenait la matière inoculée. En revanche, la même dilution amena la mort 9 fois (XXXI, 9, 10, 11, 27, 28; XXXII, 2, 4, 9, 10). En s'appuyant sur ces faits, on peut dire que 0,001 mg. de substance grise du cerveau est à coup sûr une dose mortelle pour les lapins et les cobayes.

Avec la dilution à 1:200.000 on a fait 12 expériences, notamment, 7 avec la substance grise des parties antéro-supérieures des hémisphères (lobe frontal) et 5 avec la substance grise des parties postéro-inférieures (lobe temporal).

Des 7 expériences avec le lobe frontal, cinq se sont terminées par la mort (XXXI, 13, 26; XXXII, 5, 11, 12). Deux cobayes seu-

Table XXXI.

Détermination de la dose mortelle minima de virus fixe chez les cobayes.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation	Poids du cobaye inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de matière injectée	Quantité en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des cobayes au cours de l'expérience	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	1904 17 XII	520	Substance grise du cerveau, diluée 10.000 fois, *filtrée*, 0,1 cc. chacun	0,01	1904 22 XII	5	21. 570 24. 480 23. 510 25. 445	1904 nuit du 25-26 XII	8½	On n'a pas noté de quelles parties du cerveau provenait la substance grise
2	"	350		0,01	"	5	21. 390 24 275 23. 315 25. 250	"	8½	
3	24/XII	510	Dtto diluée 20.000 fois, *non* filtrée, 0,1 cc. chacun	0,005	30/XII	6	28. 500 31. 445 30. 490 1. 410	1905 nuit du 1—2/I	8½	Dtto
4	"	390		0,005	"	6	28. 425 31. 350 30. 385 1. 310	"	"	
5	31/XII	380	Dtto diluée 25.000 fois, *filtrée*, 0,1 cc. chacun	0,004	—	—	4/I 390	5/I	5	Dtto Etait-ce la rage?
6	"	380		0,004	1905 6/I	6	4,I 390 6. 345 5. 390	nuit du 6—7	6½	Dtto
7	1905 10/I	485	Substance grise des parties antéro-supérieures des hémisphères, diluée 50.000 fois, *filtrée*, 0,1 cc. chacun	0,002	15/I	5	16. 465	17/I	7	
8	"	430		0,002	"	5	16. 455	"	7	

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation	Poids du cobaye inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de matière injectée	Quantité en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des cobayes au cours de l'expérience	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
9	17/I	360	Subst. grise du cerveau d'un lapin tué 4 heures auparavant, diluée 100 000 fois, 0,1 cc chacun	0.001	22/I	5	21. 370 23 320 22. 370 24. 290	nuit du 24—25	$7^1/_2$	Je ne me rappelle pas de quelles parties du cerveau provenait la substance grise, ni, si elle était filtrée
10	„	375		0,001	24/I	7	21. 395 24 370 22. 400 25. 325 23. 400	nuit du 25—26	$8^1/_2$	
11	23/I	430	Dtto d'un lapin tué 2 heures auparavant, *filtrée*	0,001	29/I	6	27. 400 29. 405 28. 400 30 365	nuit du 30—31	$7^1/_2$	Je ne me rappelle pas de quelles parties du cerveau provenait la subst. grise
12	25/I	360	Subst. grise des parties antéro-supérieures des hémisphères, diluée 200.000 fois, *filtrée*, 0,1 cc. chacun	0,0005	—	—	29. 420 21/II 500 30. 400 6/V 650 31. 390	—	—	Entre la mort du lapin et l'inoculation il s'est écoulé 1 heure et demi. Le cobaye 12 n'a pas succombé
13	„	370		0,0005	2/II	8	29. 410 1/II 400 30. 400 2. 385 31. 390 3. 350	nuit du 3—4	$9^1/_2$	
14	8/II	380	Substance grise, diluée 250.000 fois, 0,1 cc. chacun. De quels endroits du cerveau?	0.0004	—	—	12. 410 6/V 630 21. 410	—	—	Est-ce qu'on a filtré l'émulsion? Les 2 cobayes étaient sains 3 mois après. Deux heures se sont écoulées entre la mort du lapin et l'inoculation
15	„	440		0,0004	—	—	12. 470 6/V 750 21. 470 pleine	—	—	
16	13/II	360	Subst grise du lobe temporal, *non* filtrée, diluée 500.000 fois, 0,1 cc. chacun	0,0002	—	—	21. 400 23/III sain	—	—	Entre la mort du lapin et l'inoculation il s'est écoulé 4 heures. Chez le cobaye Nr. 17 une grande quantité d'émulsion s'écoula en dehors.
17	„	355		0,0002		—	21. 360 28/III sain	—	—	

18	14/II	620	Dtto	0,0002	—	—	21. 660 6/V 880		—	—	Trois heures environ se sont passées depuis qu'on avait tué le lapin, jusqu'au moment de l'inoculation.
19	„	440		0,0002	—	—	21. 480 6/V 695		—	—	
20	16/II	350	Substance grise, diluée 250.000 fois, *non* filtrée, 0,1 cc. chacun	0,0004	1/III	13	21. 360 24. 390 28. 370	1/III 350 2. 315	2/III	14	On n'a pas noté de quelles parties du cerveau provenait la substance injectée. Entre la mort du lapin et l'inoculation 2 heures se sont écoulées
21	„	345		0,0004	23/II	7	21. 370 23. 340	24. 310	nuit du 24—25	$8^1/_2$	
22	24/II	380	Subst. grise du lobe temporal (partie inférieure), diluée 200.000 fois, *non* filtrée, 0,1 cc. chacun	0,0005	—	—	28. 410 2. 450 6. 470	6/V 510	—	—	L'inoculation faite 2 heures après qu'on a tué le lapin
23	„	380		0,0005	3/III	7	28. 390 2. 415	3. 385 4. 380	nuit du 4—5	$8^1/_2$	
24	„	340		0,0005	—	—	28. 340 2. 365	6. 350 6/V 390	—	—	
25	13/III	300	Substance grise des parties antéro-supérieures, diluée 200.000 fois, 0,1 cc. chacun	0,0005	—	—	17. 320 19. 315 21. 330	6/V 420	—	—	L'inocul. faite 2 h. après la mort du lapin. Le cobaye 25 a reçu l émulsion filtrée, et le Nr. 26 non filtrée. A l'autopsie du cobaye Nr. 26 on a trouvé dans la cavité abdominale des caillots sanguins et du sang liquide, à cause d'un traumatisme, paraît-il. Les sympt. cependant étaient ceux de la rage
26	„	310		0,0005	19/III	6	17. 330 18. 315 19. 300	20. 275 21. 250	nuit du 21—22	$8^1/_2$	
27	„	360	Dtto diluée 100.000 fois, filtrée	0,001	18/III	5	17. 380 18. 340	19. 320	nuit du 19—20	$6^1/_2$	Autop. des cob. Nr. 27 et 28 avec résultat nég. Le sang était stérile. L'inoculation du cerveau du cobaye Nr. 28 à un autre cobaye (sous la dure-mère) a démontré la rage.
28	„	345	Dtto non filtrée	0,001	—	—	17. 320 18. 295		nuit du 17—18	$4^1/_2$	

Table XXXII.

Détermination de la dose mortelle minima de virus fixe chez les lapins.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1905	Poids des lapins inoculés (en grammes)	Espèce et préparation de matière injectée	Quantité en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des animaux au cours de l'expérience (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	10/I	2050	Subst. grise des parties antéro-supérieures des hémisphères, diluée 50.000 fois, filtrée, 0,1 cc.	0,002	15/I	5	16. 1790	17/I	7	
2	17/I	1900	Subst. grise, inoculée 4 heures après la mort du lapin, diluée 100.000 fois, filtrée, 0,1 cc.	0,001	23/I	6	22. 1930 24 1700 23. 1800 25. 1620	nuit du 25—26	$8^1/_2$	De quelles parties du cerveau? Est-ce qu'elle était filtrée?
3	23/I	2730	Subst. grise du cerveau du lapin, tué 2 heures auparavant, *filtrée*, diluée 100.000 fois, 0,1 cc. chacun	0,001	—	—	28. 2700 10/II 2780 30. 2820 7/V 2780	—	—	Je ne me rappelle plus de quelles partie du cerveau provenaient les matér. inoculés. Le lap. Nr. 4 était malade
4	"	1495		0,001	29/I	6	27. 1390 29. 1270 28. 1430 30. 1200	30/I	7	
5	25/I	2090	Subst. grise des part. ant.-sup. des hém., du lap. tué 1 h. $^1/_2$ auparavant, diluée 200.000 fois, filtrée, 0,1 cc.	0,0005	2/II	8	29. 2285 3. 1930 31. 2150 4 1770 2. 1980	nuit du 4—5	$10^1/_2$	
6	8/II	2210	Subst. grise (d'où?) du lapin, tué il y a 2 h., diluée 250.000 fois	0,0004	—	—	12. 2310 14. 2260 6/V sain 21. 2430	—	—	
7	24/II	2750	Substance grise de la partie inférieure du lobe temporal, 2 h. après la mort du lapin, diluée 200 000 fois, non filtrée, 0,1 cc. chacun	0,0005	—	—	28. 2700 5. 2750 2. 2870 6/III 2720 3. 2670 (!) 4. 2720 5/V 3000	—	—	
8	"	2670		0,0005	2/III	$6^1/_2$	28. 2540 3 2230 1. 2520 2. 2470	3/III	7	Autopsie du lapin Nr. 8 fit voir sur le crâne à l'endroit de l'inocul., une suppuration sous-cutanée, ensuite une forte congestion méningée

9	13/III	2620	Subst. grise des parties ant.-supérieures des hémisph., inoculée 2 h. après la mort du lapin, diluée 100.000 fois. Les lapins Nr. 9 et 11 ont reçu le virus filtré, et les Nr. 10 et 12 non filtré. Les lapins Nr. 11 et 12 ont reçu le virus dilué 200.000 fois	0,001	19/III	6	17 2690 19. 2600	20 2490 21. 2350	22/III	9	Autopsie des lapins Nr. 9 et 10 avec résultat négatif
10	„	2700		0,001	„	6	17. 2730 18. 2800 19. 2640	20. 2460 21. 2240	nuit du 23—24	$10^1/_2$	
11	„	2450		0,0005	„	6	18. 2390 19. 2300	20. 2180 21. 2110	nuit du 22—23	$9^1/_2$	Autopsie des lapins Nr. 11 et 12 avec résultat négatif
12	„	2540		0,0005	18/III	5	17. 2490 18. 2395 19. 2220	20. 2080 21. 1920	nuit du 21—22	$8^1/_2$	
13	22/III	1380	Parties ant.-sup. des hémisph. inoc. 1 h. après la mort du lapin, diluées 250.000 fois, *filtr.* 0,1 cc.	0,0004	28/III	6	26. 1370 27. 1350	28. 1310 29. 1155	nuit du 29—30	$7^1/_2$	
14	„	1370	Dtto non filtrée	0,0004	29/III	7	26. 1420 28. 1400	29. 1300 30. 1130	nuit du 31—1	$9^1/_2$	
15	„	1150	Dtto diluée 500.000 fois	0,0002	„	7	27. 1210 29. 1180	30. 1090 31. 990	„	$9^1/_2$	
16	4/IV	1580	Dtto	0,0002	—	—	9. 1700 11. 1630	12. 1700 6/V 1710	—	—	
17	„	1700	Dtto	0,0002	9/IV	5	8. 1650 9. 1620 10. 1540	11. 1380 12. 1320	nuit du 12—13	$8^1/_2$	Autopsie du lapin Nr. 17 fit voir une suppuration sur le crâne à l'endroit de l'inoculation, ensuite les méninges et le cerveau fortement congestionnés.
18	„	1570	Dtto diluée 1.000.000 fois	0,0001		-	8. 1675 10. 1630 11. 1580	12. 1630 6/V 1720	-		
19	„	1470	Dtto	0,0001	—	—	8. 1530 10. 1560	12. 1580 6/V 1670	—	—	

Table XXXIII.

Détermination de la dose mortelle minima de virus fixe chez les chiens.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation	Poids de l'animal (en grammes)	Espèce et préparation de matière injectée	Quantité en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	24/XII 1904	7500	Substance grise de la partie inférieure du lobe temporal d'un lapin tué, diluée 10.000 fois, filtrée	0,01	—	—	—	—	Le 10/V sain
2	10/I 1905	9600	Substance grise (d'où ?) diluée 2.000 fois, 0,2 cc.	0,1	15/I	5	19/I	9	Six heures se sont écoulées depuis la préparation de l'émulsion jusqu'au moment de l'inoculation. L'émulsion était placée pendant ce temps dans l'obscurité.
3	"	7200	Dtto 0,1 cc.	0,05	"	5	nuit du 18/19	8 ?	

lement sont demeurés sains et saufs (XXXI, 12, 25). Des 5 expériences avec le lobe temporal il n'y avait que deux qui se sont terminées par la mort (XXXI, 23 et XXXII, 8). Trois animaux ont survécu. (XXXI, 22, 24 et XXXII, 7).

La dilution à 1:250.000 a été étudiée 7 fois. Trois animaux sont demeurés sains (XXXI, 14, 15 et XXXII, 6), tandis que quatre ont succombé (XXXI, 20, 21; XXXII, 13, 14). Ainsi donc, dans la plupart de cas 0,0004 mg. de la substance grise est une dose mortelle pour les lapins et les cobayes. Dans ces expériences, 5 fois on n'a pas noté, de quels endroits du cerveau provenait la substance grise employée; deux fois on a fait usage de la substance grise des parties antéro-supérieures des hémisphères: les deux animaux succombèrent.

La dilution au 500.000-ème a été étudiée 7 fois. Deux lapins seulement périrent (XXXII, 15, 17). Quatre fois les matériaux employés pour l'inoculation provenaient des parties inférieures du lobe temporal: aucun animal ne succomba (XXXI, 16 à 19). Il faut remarquer cependant, que quelques heures se sont toujours écoulées depuis la mort des lapins jusqu'au moment de l'inoculation. Trois fois on a fait usage des matériaux provenant des parties antéro-supérieures des hémisphères et deux fois on a obtenu le résultat positif; un seul lapin n'a pas succombé (XXXII, 16). Conclusion: 0,0002 mg. de substance grise peut être déjà une dose mortelle.

Enfin, avec la dilution au 1,000.000-ème on a fait deux expériences et c'était avec la partie du cerveau la plus virulente, c'est-à-dire avec les parties antéro-supérieures des hémisphères. Les deux lapins ont survécu (XXXII, 18, 19). Conclusion: 0,0001 mg. de la substance grise n'est plus une dose mortelle pour les lapins.

Des expériences ci-dessus décrites, il ressort encore que les parties antéro-supérieures des hémisphères ont l'infectiosité la plus considérable. Ces résultats sont donc d'accord avec ce que j'ai démontré dans la II-ème partie de mes expériences sur la rage. Dans les cas, où l'on n'a pas noté d'où provenaient les matériaux employés pour l'inoculation, plus d'une fois on a fait usage de la substance des parties supérieures — médianes ou postérieures — des hémisphères, c'est-à-dire des parties qui, comme on sait, sont moins virulentes que les parties antéro-supérieures. Il m'est impossible cependant à indiquer quelles sont les expériences qui ont été faites avec ces parties.

Les conclusions que je donne, se rapportent exclusivement à la

substance grise des parties antéro-supérieures des hémisphères des lapins, tués dans les dernières heures de leur vie, après l'inoculation avec le virus fixe. L'émulsion doit être préparée le plus tôt possible et injectée immédiatement. Cette préparation cependant demande au moins une heure (depuis la mort du lapin au moment de l'inoculation). Je crois que dans ces conditions, 0,001 mg. (c'est-à-dire un millionnième de gramme) de substance grise est une dose à coup sûr mortelle, et que 0,0002 mg. peut déjà l'être.

La filtration de l'émulsion à travers du papier buvard n'a aucune influence manifeste sur la marche des expériences.

De la table XXXIII il ressort que les chiens sont moins sensibles au virus fixe: $^1/_{100}$ mg. ne les fait pas périr [1]).

XVI.

Expériences sur la diffusion du virus fixe de la rage en dehors de l'organisme.

Dans la deuxième partie de mes expériences sur la rage, j'ai prouvé que le virus fixe passe, après la mort de l'animal, de la sub-

[1]) Je suis obligé de remarquer ici que M. A. Marie a bien voulu analyser mes précédentes expériences sur la rage (Voir Bulletin de l'Institut Pasteur 1905, p. 300). Mais je pense qu'il n'a pas lu avec attention ce qu'il a analysé. Il écrit p. ex.: „Les expériences de N. ont pour but de montrer que le microbe rabique en s'acclimatant chez le lapin a perdu peu à peu les propriétés infectantes que présente pour l'homme le virus des rues". Or, dans mes travaux, nulle part je n'ai dit, que le microbe rabique se serait acclimaté chez le lapin. De plus je suis sur ce point d'un autre avis et je pense que toutes les preuves que l'on a donné pour prouver cette affirmation manquent de valeur.

M. Marie écrit plus loin dans son analyse de mes travaux: „La protubérance serait plus virulente que la surface des circonvolutions". Or, moi j'ai dit dans mon travail („Expériences sur la rage, II-ème partie", p. 685): „Les cinq expériences de la table XVIII prouvent que la protubérance est beaucoup moins virulente que l'écorce cérébrale".

Et encore plus loin dit M. A. Marie: „Quant aux nerfs crâniens dans leur trajet intracrânien, la II-e paire est moins, la III-e paire plus chargée de virus que la substance corticale". Et moi j'ai démontré que la II-e paire est comme la III-e d'une virulence beaucoup moindre que l'écorce cérébrale et j'ai écrit sur ce point (l. c. page 685.): „La substance du nerf moteur oculaire commun" (III-e paire de M. Marie) „dans l'intérieur de la cavité crânienne se montre d'une virulence au moins 250 fois inférieure à celle de l'écorce cérébrale".

Je pense que ces exemples prouvent encore une fois que l'on ne peut se baser sur des analyses des travaux, même quand elles sont faites par des spécialistes.

stance grise à la substance blanche et j'ai émis la supposition qu'un passage pareil puisse s'effectuer aussi des cellules nerveuses aux tissus qui les environnent dans toutes les autres parties de l'organisme [1]). Déjà avant la publication de mes expériences d'alors. Remlinger supposait la même chose, en écrivant: „Il semble, en effet, que le virus rabique puisse se répandre dans l'organisme après la mort et on conçoit quelle cause d'erreur peut, de ce fait, grever les expériences" [2]). Remlinger a émis cette opinion à l'occasion du travail de Courmont et Nicolas, travail qui dans le même temps à moi aussi a suggéré les mêmes réflexions.

Déjà avant Remlinger, Bordoni-Uffreduzzi considérait comme probable, que le virus rabique après la mort de l'homme passe de la substance nerveuse aux autres tissus.

Après mes expériences sur cette question, décrites dans la deuxième partie de mon travail, j'ai résolu d'étudier, si une diffusion semblable du virus serait possible même en dehors de l'organisme animal, si, par exemple, le virus pourrait passer d'un cerveau infecté à un cerveau ou à un foie sain d'un autre animal. A entreprendre ces expériences m'ont engagé les résultats que Mr. le prof. Bujwid avait obtenu à Varsovie, il y a plus d'une dizaine d'années. Il prenait un cerveau sain de veau, le recouvrait des parties du cerveau d'un animal enragé et plaçait ces deux cerveaux au-dessus de l'acide pyrogallique, dans une atmosphère privée d'oxygène. Huit jours plus tard, il retirait avec précaution le cerveau atteint de rage et enlevait, au moyen d'un rasoir bien tranchant, la couche superficielle du cerveau de veau, c'est-à-dire la partie qui avait été en contact immédiat avec le cerveau infecté; ensuite, il inoculait à des lapins, sous la dure-mère, les parties situées au-dessous de cette couche. Il a constaté que les lapins inoculés périssaient de la rage. En arrangeant l'expérience de la même manière, avec cette seule différence qu'il laissait les cerveaux dans l'atmosphère ambiante, il ne pouvait plus transmettre l'infection aux lapins. Il en concluait que l'on pouvait obtenir des cultures de virus rabique dans un

[1]) R. Nitsch: Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe), II-ème partie. XII. Bulletin Internat. de l'Acad. des Sciences de Cracovie. Décembre 1904. p. 699 et suiv.

[2]) Remlinger: Les travaux récents sur la rage. Bulletin de l'Institut Pasteur, II, p. 85.

cerveau sain en dehors de l'organisme vivant, mais seulement à l'abri de l'oxygène. M. le prof. Bujwid n'a pas publié ces expériences.

J'essayais de les répéter. Je prenais le cerveau ou le foie d'un lapin sain. J'enlevais du cerveau la pie-mère et du foie la capsule et ces organes, ainsi mis à nu, je recouvrais de morceaux de substance grise du cerveau, provenant d'un lapin ou d'un cobaye qui avaient péri de la rage de laboratoire. Les matériaux ayant été préparés ainsi, je les plaçais dans des tubes larges, hermétiquement fermés, où j'avais remplacé l'air par de l'hydrogène. Ou bien je mettais les matériaux préparés dans de boîtes de Pétri ordinaires, dans l'atmosphère ambiante. Je conservais toujours ces tubes ou ces boîtes dans l'obscurité, dans une armoire, à la température de la chambre (15°—20° C.). Deux à trois jours après, j'enlevais avec précaution le cerveau infecté et la couche superficielle du cerveau ou du foie sain. Dans les couches, situées à la profondeur de 1 à 5 mm., je découpais ou raclais des petits morceaux de tissu et je les inoculais dans le cerveau à des cobayes. En ouvrant les tubes remplis d'hydrogène, je m'assurais au moyen d'explosion que l'hydrogène ne s'était pas envolé complètement. Si l'explosion faisait défaut, l'expérience était laissée là.

La table XXXIV nous donne les résultats de ces expériences.

Pour contrôler, si le foie ou le cerveau d'un lapin sain, inoculés à petites doses dans le cerveau d'un autre lapin ou d'un cobaye sain, ne provoqueraient pas des symptômes suspects, j'ai fait cette opération. J'ai constaté qu'aussi bien les cobayes que les lapins supportaient parfaitement ces inoculations. (Durée d'observation deux mois).

Voir Table XXXIV, p. 372 – 373.

Je passe aux conclusions qui découlent des expériences ci-dessus décrites.

Si l'on laisse le cerveau ou le foie d'un animal sain dans un contact immédiat avec le cerveau infecté de la rage de laboratoire à l'air, dans l'obscurité et à la température de la chambre, on ne peut constater après 48—72 heures l'existence du virus rabique dans le cerveau sain ou le foie à la profondeur de 1 à 5 mm. (expér. 1 à 6, 11 à 13).

Si cependant, toutes les conditions de l'expérience laissées sans changement, nous remplaçons l'air par l'hydrogène, alors après 48 à 65 heures on peut constater l'existence du virus de la rage à la

profondeur de 2 à 4 mm. (expér. 9, 10, 14, 15). Parfois cependant même dans ces conditions on ne réussit pas à démontrer l'existence du virus, même à la profondeur très peu considérable, celle d'un millimètre environ (expér. 7, 8). Dans la deuxième partie de mes expériences j'ai appelé déjà l'attention sur ces irrégularités dans la diffusion du virus (l. c. page 704).

Quant au foie, c'est la même chose à peu près que l'on peut en dire. Je dois cependant remarquer qu'autant que je suis sûr de mes expériences sur le cerveau (et je suis persuadé que chaque expérimentateur, en se plaçant dans les mêmes conditions que moi, va obtenir avec le cerveau sain des résultats tout-à-fait semblables), autant j'ai quelques doutes quant aux expériences sur le foie. La cause en doit être cherchée dans les difficultés techniques. Notamment, dans les cas négatifs (expér. 16, 17) je ne suis pas sûr, si l'hydrogène ne s'est pas échappé en grande partie, et dans les cas positifs (exp. 18, 19), si quelques particules du cerveau infecté ne se sont pas mêlées à l'émulsion.

Nous dirons donc: en dehors de l'organisme animal, le passage du virus rabique d'un cerveau infecté à un cerveau sain, qui reste en contact immédiat avec celui-là, peut se produire même à la température de la chambre, mais seulement à l'abri de l'oxygène. Ce passage est relativement rapide.

Et maintenant se pose une question fondamentale. Est-ce qu'il faut considérer ce passage du virus comme sa culture dans un cerveau sain, ou tout simplement comme une diffusion, comme une pénétration d'un virus, ne se multipliant pas, d'un substratum à un autre? A mon avis, nous n'y avons pas affaire à une culture de virus rabique, mais seulement à un phénomène *post mortem,* et peut-être même à un phénomène de diffusion ou d'osmose. A l'appui de cette opinion il faut noter que:

1) Ce phénomène se produit à la température de la chambre; or, de tout ce que nous savons jusqu'aujourd'hui sur la rage, il faut supposer que la culture de virus rabique ne soit possible qu'à une température d'environ 37° C.;

2) Après 48 heures déjà on peut constater l'existence du virus rabique à la profondeur de 3 à 4 mm.; il est cependant presque impossible que ce virus puisse dans un temps si court se multiplier

Table XXXIV.

Expériences sur la diffusion du virus de la rage dans quelques organes en dehors de l'organisme.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1905	Poids et espèce des animaux inoculés (en grammes)	Foie ou cerveau et de quelle profondeur (en mm.) provenaient ces matériaux injectés	Conservation dans l'air ou dans H	Combien d'heures	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des animaux au cours de l'expérience	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	17/I	cobaye 335	foie 3–5	air	72	—	—	21. 370 21/II 495 23. 375 20/III 530 29. 410	—	—	Le 20/III employés à d'autres expériences
2	"	dtto 335	"	"	72	—	—	21. 370 21/II 550 23. 375 20/III 600 29. 420	—	—	
3	1/III	dtto 370	cerveau 3—4	"	48	—	—	5/III 385 6/V 650		—	Le 6/V employés à d'autres expériences
4	"	dtto 400	"	"	48	—	—	5. 430 6/V 680	—	—	
5	"	dtto 385	cerveau 1 (environ)	"	48	—	—	5. 430 6/V 590	—	—	
6	"	dtto 420	"	"	48	—	—	5. 440 6/V 540	—	—	
7	11/III	dtto 320	"	H	48	—	—	15. 345 6/V 500 16. 335 17. 365	—	—	dtto
8	"	dtto 330	"	"	48	—	—	15. 350 17. 375 16. 355 6/V 595		—	

9	11/III	cobaye 320	cerveau 3—4	II	48	17/III	6	16. 360 17. 330 18. 310	nuit du 18—19	7½	
10	"	dtto 415	"	"	48	"	6	16. 430 17. 425 18. 380	18/III	7	
11	20/III	dtto 660	cerveau 1 (environ)	air	65	—	—	24. 680 25. 690 26. 660 6/V 760	—	—	
12	"	dtto 350	dtto 4	"	65	—	—	24. 380 25. 400 6/V 580	—	—	Le 6/V employés à d'autres expériences
13	"	dtto 525	1 et 4 (mélange)	"	65	—	—	24. 530 25. 540 6 V 600	—	—	
14	21/III	dtto 340	cerveau 2—3	II	65	27/III	6	26. 380 27. 350 28. 330 29. 300	nuit du 29—30	8½	
15	"	dtto 380	"	"	65	"	6	25. 400 26. 390 27. 370 28. 305 29. 300	nuit du 28—29	7½	
16	31/III	dtto 620	foie 3—4	II	72	—	—	4. 650 6. 670 12. 680 6/V 700	—	—	
17	"	lapin 2070	"	"	72	—	—	4. 2100 5. 2070 6. 2040 7. 2070 12. 2050 6/V 2120	—	—	Le 6/V employés à d'autres expériences
18	6/IV	dtto 1770	foie 3—4	II	72	12/IV	6	11. 1770 12. 1730 13. 1620 14. 1530	nuit du 15—16	9½	
19	"	dtto 1630	"	"	72	"	6	11. 1650 12. 1590 13. 1490	14/IV	8	

si loin de son berceau et de plus si abondamment qu'il amène la mort déjà après 7 jours (expér. 9, 10).

Pour élucider cette question j'ai exécuté, outre les expériences déjà citées, quelques autres encore, en les changeant un peu. Notamment, je plongeais avec précaution le cerveau du lapin, qui avait péri de la rage de laboratoire, dans la solution physiologique de sel marin ou dans de l'eau distillée stérilisée et je l'y laissais pendant un certain temps, exposé à l'air, dans l'obscurité et à la température de la chambre. Je laissais la pie-mère, autant que possible, intacte. Ensuite, j'injectais 0,1 à 0,2 cc. de cette eau dans le cerveau des cobayes. Cette eau, après avoir resté en contact avec le cerveau, prenait une coloration légèrement jaunâtre, tout en demeurant parfaitement claire. Les résultats de ces expériences sont consignés dans la table XXXV.

Voir Table XXXV, page 375.

De ces expériences il ressort que déjà après 23 heures de séjour du cerveau infecté dans l'eau, le virus rabique y passe, même à travers la pie-mère, en une telle quantité que $^1/_{10}$ cc. de cette eau suffit pour faire périr un cobaye au milieu des symptômes classiques déjà après $6^1/_2$ ou 7 jours $^1/_2$ (expér. 5, 6).

Je pense que personne ne va dire, en considérant cette expérience, que même ici se produise la multiplication du virus rabique dans l'eau distillée, que nous y ayons une culture de ce virus et non pas un effet de l'osmose. Ce virus donc que personne n'a jamais réussi à cultiver, se multiplierait-il avec une telle facilité dans de l'eau distillée à la température ordinaire?!

Peut-on dire cependant, en s'appuyant sur des expériences citées, que le virus rabique soit un microorganisme anaérobie? Il me semble qu'une conclusion pareille soit prématurée, quoique plusieurs faits parlent en sa faveur, et quoique le berceau de ce virus dans l'organisme animal, si hermétiquement clos et mis à l'abri des agents extérieurs, paraisse en témoigner. Nous savons pourtant que le virus tétanique, dont la toxine possède une affinité si marquée pour le système nerveux, est un anaérobie strict. Ce ne sont cependant que des suppositions probables. Personne n'en a donné la preuve jusqu'à présent.

Il faut enfin signaler que les expériences, consignées dans la table XXXV ont été exécutées à l'air. Il est vrai que le cerveau

Table XXXV.

Passage du virus rabique du cerveau infecté dans l'eau.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1905	Poids du cobaye inoculé (en grammes)	Espèce de milieu aqueux inoculé	Quantité en cc	Combien d'heures le cerveau infecté était laissé dedans	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids du cobaye au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation
1	5/III	375	Solution de sel marin à 7 p. 1000	0,4	48	10/III	5	10. 365 11. 320	nuit du 11—12	6½
2	"	400	"	0,2	48	"	5	10. 410 11. 385 12. 330	nuit du 12—13	7½
3	14/III	370	Eau distillée	0,1	47	19/III	5	18. 400 20. 360 19. 385 21. 330	21/III	7
4	"	380	"	0,1	47	"	5	18. 380 20. 350 19. 360 21. 320	"	7
5	15/III	370	"	0,1	23	20/III	5	19. 410 21. 345 20. 385	nuit du 21—22	6½
6	"	380	"	0,1	23	21/III	6	19. 420 21. 400 20. 430 22. 360	nuit du 22—23	7½

était plongé entièrement dans de l'eau distillée, mais même celle-ci, si l'on la laisse en repos pendant quelque temps, contient toujours une certaine quantité d'air. Malgré cela, le virus rabique a passé dans l'eau.

Je soupçonne également que dans quelques expériences de la table XXXIV, qui ont été exécutées dans l'atmosphère d'hydrogène, un peu d'air ait pénétré dans l'intérieur des tubes: et malgré cela le virus rabique a passé dans le cerveau sain.

On en peut conclure donc que l'absence absolue d'oxygène n'est pas une condition indispensable du passage post mortem du virus rabique des cellules nerveuses aux substratums environnants. Seulement une diminution notable de la quantité d'oxygène est nécessaire.

XVII.

Expériences sur le virus de rues, inoculé sous la dure-mère en quantités variables[1]).

Jusqu'à présent, la véritable différence entre la rage de laboratoire et celle de rues nous est inconnue. Sur quoi repose-t-elle l'exaltation de la virulence du virus de laboratoire dans l'inoculation sous-dure-mérienne? Pourquoi ce virus tue les animaux 7 à 9 jours après l'inoculation, tandis que le virus de rues ne les tue d'habitude qu'après 15 à 18 jours? Est-ce que cela est l'effet d'une véritable exaltation de la virulence d'une toxine, secrétée (probablement) par ce virus, ou bien l'effet d'une aptitude, acquise par le virus fixe, de se multiplier rapidement? Jusqu'à présent nous n'avons pas de réponse à ces questions.

Les mêmes doutes se sont présentés à Högyes déjà en 1897. Voici ce qu'il a écrit[2]): „Es entsteht aber die Frage, ob die Steigerung der Virulenz, die bei successiven Weiterimpfungen des Strassenwutvirus beobachtet wird, nicht auf eine quantitative Vermehrung der Wutmikroben und des von diesen erzeugten Giftes zurückgeführt werden könnte, oder mit anderen Worten, ob beim

[1]) Ce chapitre, consacré à la rage de rues, ne devrait pas, à proprement parler, se trouver dans ce travail. Cependant, ne voulant pas faire une publication nouvelle, je l'ai placé ici après les autres, qui s'occupent exclusivement de la rage de laboratoire.

[2]) „Lyssa“ von prof. Högyes, Wien, 1897, p. 71.

Erlangen der Fixität die Erhöhung der Virulenz nur eine scheinbare sei..... Dies würde experimentell dann bewiesen sein, wenn mit der subduralen Einimpfung einer grösseren Menge des Strassenwutvirus gelingen würde, die Wut mit einer 5—6-tägigen Incubation bei Kaninchen zu erzeugen. Daraus könnte nun der Schluss gezogen werden, dass auch das Strassenvirus enthaltende Hirn mit derselben gifterzeugenden Fähigkeit versehene Mikroben enthält, wie das Passage-Virus enthaltende, folglich dass bei der Erhöhung und Abschwächung der Virulenz bloss quantitative Verhältnisse massgebend sind".

C'est bien étonnant qu'on n'ait pas encore exécuté une expérience aussi simple. En effet, si la véritable différence entre le virus de laboratoire et celui de rues n'est que quantitative et consiste seulement en ce qu'un morceau de cerveau ou de moelle contient une quantité beaucoup moindre de virus de la rage de rues qu'un tout pareil morceau des mêmes organes ne contienne de virus fixe, alors, en inoculant des quantités très considérables d'un cerveau atteint de la rage de rues, nous devons faire réduire la durée de la période d'incubation jusqu'à 5 à 6 jours. Moins nous inoculons de ce cerveau, plus longue doit être la période d'incubation.

Pour pouvoir répondre à cette question j'exécutais une série d'expériences, dont avait parlé Högyes.

Les tables, dressées d'après les modèles précédents, en présentent les résultats. On a inoculé toujours le cerveau (la substance grise autant que possible) des animaux (une fois même d'une femme) qui avaient péri de la rage de rues. Chaque fois on a noté la provenance du cerveau. Les inoculations étaient faites sous la dure-mère ou dans le cerveau. Les matériaux étaient quelquefois filtrés, d'autres fois non.

Première expérience.

Le 19 août 1903 on a reçu la tête d'un chien, qui avait succombé au milieu des symptômes suspects. Avec le cerveau de ce chien on a inoculé un lapin dans les muscles d'une patte de derrière. Ce lapin périt le 12 septembre 1903, c'est-à-dire 24 jours après, au milieu des symptômes classiques de la rage. Aussitôt après sa mort, on a employé son cerveau et sa moelle pour l'expérience suivante:

Voir Table XXXVI, page 378.

Table XXXVI.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1903	Poids du lapin inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de l'émulsion	Quantité de subst. inoculée en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	12 IX	2180	Cerveau (voir ci-dessus. dilué 1000 fois, non filtré	0,1	3/X	21	19. 2000 30. 2030 21. 1970 2/X 2030 23. 2020 3. 1900 27. 2090 4. 1820	4 X	22	Inoculé sous la dure-mère
2	„	2240	Dtto dilué 100 fois	1,0	18/IX	6	19. 2050 20. 1940 21. 1890	21/IX	9	Dtto Autopsie n'a pas été faite
3	„	2260	Bulbe dilué 100 fois non filtré	5,0	24/IX	12	19. 2130 27. 1790 21. 2270 22. 2160 24. 2110 25. 1900 26. 1820	28 IX	16	Inoculation intracérébrale: le cerveau fut transpercé de part en part avec l'aiguille

Deuxième expérience.

Dans les premiers jours d'octobre 1904 on apporta à l'Institut un chien enragé, qui, après une maladie de deux jours, périt au milieu des symptômes classiques. Son cerveau a été employé pour l'expérience consignée dans la table XXXVII. On ne sait pas cependant, si cette expérience a été exécutée aussitôt après la mort du chien, ou si son cerveau a été conservé pendant quelques jours. Les inoculations ont été faites sous la dure-mère.

Voir Table XXXVII, page 380–381.

Troisième expérience.

Vers le 15 septembre 1904 un chien enragé a mordu une jeune fille. Anne Stolecka. On ne l'a amené à l'Institut que le 14 décembre 1904, déjà en proie à la rage. Elle mourut le 15 décembre. Son cerveau a été extrait le 16 décembre et conservé au frais, dans l'obscurité. sans addition de glycérine. Ce n'était que le 18 décembre que j'ai pu inoculer ce cerveau sous la dure-mère à des 4 lapins.

Voir Table XXXVIII, page 382.

Quatrième expérience.

Le 19 décembre 1904 on a infecté un lapin avec le cerveau humain. employé pour la troisième expérience. Cette infection a été exécutée de la manière suivante: sur la peau du ventre, tondue ras, on fit plusieurs scarifications et dans ces incisions superficielles on fit pénétrer l'émulsion dense du cerveau humain, en frottant avec une baguette de verre; l'émulsion en excès fut laissée sur la peau scarifiée encore pendant une dizaine de minutes, après quoi seulement on a relâché le lapin. Celui-ci périt de la rage le 25 janvier 1905, c'est-à-dire après 37 jours. Quelques heures après sa mort, on fit des inoculations intracérébrales avec son cerveau aux lapins suivants:

Voir Table XXXIX, page 383.

Cinquième expérience.

Avec le cerveau d'un chat, qui avait péri de la rage, on a inoculé sous la dure-mère un lapin qui périt 15 jours après, au milieu des symptômes classiques. Son cerveau a été employé pour cette expérience. On y a donc fait usage non de la rage de rues

Table XXXVII.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1904	Poids du lapin inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de l'émulsion	Quantité de subst. inoculée en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	6/X	2120	Cerveau (v. ci-dessus) dilué 1000 fois, filtré, 0,1 cc.	0,1	?	?	13. 1990 15 1870 17. 1755 18. 1730 19. 1695 21. 1670	22/X	16	Outre l'abaissement du poids, on n'a pas remarqué d'autres symptômes cliniques de la rage. Autopsie a démontré: dans le poumon gauche — lésions inflammatoires, dans l'épiploon quelques cysticerques. Rien de plus.
2	"	2220	Dtto 0,5 cc.	0,5	18/X	12	13. 2260 20. 1490 15. 2050 21. 1400 17. 1850 18. 1780 19. 1650	nuit du 20—21	14½	Autopsie avec résultat négatif
3	"	2270	Dtto dilué 100 fois, *non* filtré, 0,1 cc.	1,0	20/X	14	13. 2210 20. 1725 15. 2120 21. 1570 17. 1960 18. 1895 19. 1820	22/X	16	Dtto

4	6/X	2580	Dtto 0,5 cc.	5,0	?	?	13. 2870 22. 2250(!) 15. 2800 23. 2220 17. 2770 18. 2690 19. 2635 21. 620	nuit du 23—24	17½	Dtto On n'a pas remarqué de symptômes cliniques de la rage, excepté l'abaissement (subit!) du poids
5	„	2620	Dtto dilué 10 fois, non filtré, 0,1 cc.	10,0	21/X(?)	15(?)	13. 2690 20. 2285 15. 2600 21. 219 17. 2530 18. 2450 19. 2360	22/X	16	Autopsie avec résultat négatif
6	„	2750	Dtto 0,5 cc.	50,0	17/X	11	13. 2630 19. 2290 15. 2480 17. 2400 18. 2310	nuit du 18—19	12½	Autopsie a démontré une femelle pleine (9 foetus)
7	„	2950	Dtto dilué 1 fois, non filtré, 0,2 cc.	100,0	16/X	10	13. 2900 15. 2730 17. 2595 18. 2520	nuit du 17—18	11½	On n'a pas remarqué de symptômes cliniques de la rage, excepté l'abaissement du poids. Autopsie a démontré une femelle pleine (6 foetus)
8	„	3050	Dtto 0,8 cc.	400,0	—	—	—	—	—	Succomba quelques minutes après l'inoculation

Table XXXVIII.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1904	Poids du lapin inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de l'émulsion	Quantité de subst. inoculée en mg.	Date du début de la maladie 1905	Combien de jours après l'inoculation	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort 1905	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	18/XII	2180	Cerveau (voir ci-dessus), dilué 2000 fois, *filtré*, 0,1 cc.	0,05	1/IV	103	25. 2300 4/II 2450 30. 2360 8 2510 31. 2250 12. 2300 1/I 2370 17. 2170 2. 2170 4/III 2270 3. 2280 16. 2280 9. 2340 1/IV 2320 21. 2470 8. 2260 28. 2630 13. 2060	nuit du 13-14 avril	116½	Dans les premiers jours de février le lap. mange peu. De 11—14/II démarche chancelante et parésie du train postér. Ensuite, le bon état reparaît encore. De 1/IV flexion prononcée de la tête à droite, jusqu'à la mort. Le 11/IV — très chancelant. Autop. avec rés. négatif. Glycosurie
2	„	2180	Dtto dilué 200 fois	0,5	2/I	15	25. 2180 2/I 1990 28. 2190 3. 1940 30. 2100 4. 1850 31. 2050	4/I	17	Autopsie avec résultat négatif
3	„	2180	Dtto dilué 20 fois, *non* filtré, 0,1 cc.	5,0	27/I	40	25. 2180 5/I 2280 30. 2170 8. 2320 1/I 2280 21. 2320 2. 2060(!) 28. 2090 3. 2230 29. 2070	nuit du 28—29	41½	Dtto
4	„	2180	Dtto dilué 2 fois, *non* filtré	50,0	2/I	15	25. 2280 3/I 2100 (!) 28. 2250 4. 1980 30. 2200 5. 1870 31. 2110 6. 1730 1/I 2150 7. 1610 2. 2030	nuit du 6—7	19½	

Table XXXIX.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1905	Poids du lapin inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de l'émulsion (non filtrée)	Quantité de subst. inoculée en mg.	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des lapins au cours de la maladie (en grammes)	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	25/I	2150	Substance grise du cerveau (v. ci-dessus) diluée 2000 fois, 0,2 cc.	0,1	13/II	19	4/II 2140 6. 2150 8. 2060 10. 2110 11. 2060 13. 2000 14. 1890 15. 1890	nuit du 15—16 février	21½	
2	„	2520	Dtto diluée 200 fois, 0,2 cc.	1,0	10/II	16	4/II 2430 5. 2380 7. 2340 8. 2280 9. 2240 10. 2090 11. 2090	nuit du 11—12	17½	
3	„	2790	Dtto diluée 20 fois, 0,2 cc.	10,0	8/II	14	4/II 2710 5. 2660 6. 2690 8. 2700 9. 2560 10. 2480	nuit du 10—11	16½	Autopsie a démontré des nombreux échinocoques dans la cavité abdominale et une cirrhose du foie (consécutive?); rien de plus.
4	„	2930	Dtto diluée 2 fois, 0,2 cc.	100,0	5/II	11	4/II 2910 5. 2790 6. 2690	6/II	12	Autopsie a démontré des très nombreux échinocoques dans l'épiploon et dans la cavité abdominale et une cirrhose (consécutive) du foie très avancée; rien de plus.

pure, mais de celle qui une fois déjà avait été inoculée sous la dure-mère. On fit des inoculations intracérébrales.

Voir Table XL, page 385.

Nous voyons dans l'expérience I (T. XXXVI) que le lapin inoculé avec 0,1 mg. de substance cérébrale, a succombé après 22 jours et que le lapin un peu plus grand, auquel on avait inoculé une dose 10 fois plus forte, a péri déjà après 9 jours; la période d'incubation chez celui-ci ne durait que 6 jours, c'est-à-dire comme s'il avait été inoculé avec le virus fixe. Quant au lapin, auquel on avait inoculé 5 mg. de bulbe de la même provenance, il ne périt qu'après 16 jours.

Dans l'expérience II (T. XXXVII) les lapins auxquels on avait inoculé respectivement 0,1, 1,0 et 10,0 mg. de cerveau (Numéros 1, 3, 5) périrent tous en même temps après 16 jours. Cela veut dire qu'une quantité de virus 100 fois plus grande y était sans influence sur la période d'incubation. Le poids respectif des lapins différait peu l'un de l'autre. Le lapin Nro 4, inoculé avec une dose 50 fois plus forte que le lapin Nro 1, périt même 1 jour $^1/_2$ plus tard que ce dernier! Ce n'était qu'après l'emploi des doses extrêmement fortes de virus, car de 50 et même de 100 mg., qu'apparut une réduction de la période d'incubation et la mort arriva après $12^1/_2$, respectivement 11 jours $^1/_2$ (les lapins Nros 6 et 7). Il faut cependant remarquer que ces deux lapins étaient des femelles pleines, ce qui peut-être n'était pas sans influence sur le développement de la rage. Ainsi donc, il faut avouer qu'en général l'expérience II nous a donné un résultat négatif.

L'expérience III (T. XXXVIII) donna aussi un résultat négatif. Le lapin Nro 2, inoculé avec 0,5 mg. de cerveau, périt après 17 jours, tandis que le lapin Nro 4 — du même poids — inoculé avec une dose 100 fois plus forte, périt même 2 jours $^1/_2$ plus tard que le Nro 2. Le lapin Nro 3, inoculé avec 5 mg. du même cerveau, périt 3 semaines plus tard que les lapins Nros 2 et 4 qui avaient reçu respectivement 10 fois moins et 10 fois plus de virus que lui. Le lapin Nro 1 reçut une très faible dose (0,05 mg.) et ne périt qu'après 4 mois. Les matériaux employés pour cette expérience n'étaient pas frais.

En revanche, l'expérience IV (T. XXXIX) réussit avec une exactitude presque mathématique:

Table XL.

Numéro d'ordre	Date de l'inoculation 1905	Poids du lapin inoculé (en grammes)	Espèce et préparation de l'émulsion (non filtrée)	Quantité de subst. inoculée en mg	Date du début de la maladie	Combien de jours après l'inoculation	Poids des lapins au cours de la maladie (en gramme)	Date de la mort	Combien de jours après l'inoculation	Remarques
1	11 II	2270	Cerveau du lapin (v. ci-dessus) dilué 2500 fois, 0,1 cc.	0,04	3/IV	51	21. 2270 11/III 2420 25. 2310 1/IV 2520 27. 2270 3. 2380 28. 2315 4. 2260 2/III 2300 5. 2180 4. 2360	nuit du 5—6 avril	53½	Après l'inocul., jusqu'au 10/III, persistait une suppuration sous-cutanée sur le crâne; on l'a opérée 2 fois. Autopsie avec résultat négatif. Glycosurie
2	„	2450	Dtto dilué 250 fois, 0,1 cc.	0,4	25/II	14	21. 2130 24. 2140 25. 2090 26. 1990 27. 1980	nuit du 27—28 février	16½	Suppuration sous-cutan. sur le crâne, comme chez le Nr. 1, persistait jusqu'à la mort. Autopsie a démontré quelques foyers inflammatoires dans les poumons; dans l'épiploon nombreux échinocoques. Glycosurie très prononcée
3	„	2480	Dtto dilué 25 fois, 0,1 cc.	4,0	24/II	13	21. 2330 24. 2250 25. 2120 26. 2070	nuit du 25—26 février	14½	Autopsie: certains lobes pulm. fortem. congestionnés. Albuminurie. On n'a pu constater la glycos.(?)
4	„	2490	Dtto dilué 2 fois ½, 0.1 cc.	40,0	23/II	12	21. 2500 24. 2240 23. 2430 25. 2190	25/II	14	Autopsie avec résultat négatif. Glycosurie
5	„	2520	420mg. de cerv. ci-dessus, on l'a trituré dans 0,8 cc. d'eau et on en a inoc. 1 cc. c'est-à-d. presque la totalité	environ 300,0	26 II	15	21. 2490 27. 2250 23. 2420 28. 2230 24. 2300 25. 2330 26 2300	nuit du 28 II au 1 III	17½	Certaine quant. d'émuls. s'écoula par le trou de trépanation. Autop. avec rés. nég Urines sanguinolentes, glycos. bien nette

0,1 mg. de cerveau						. . . .	amena	la	mort	après	21	jours	1/2
la quantité		10	fois	plus	grande		„	„	„	„	17	„	1/2
„	„	100	„	„	„		„	„	„	„	16	„	1/2
„	„	1000	„	„	„		„	„	„	„	12	„	

Je veux appeler l'attention sur l'inégalité du poids des lapins inoculés. Il est possible que, si l'on avait pu choisir tous les lapins du même poids, l'expérience eut réussi d'une façon encore plus nette.

Dans l'expérience V (T. XL) nous avons obtenu un résultat semblable à celui de la précédente chez les lapins Nros 1 à 4. Par contre le lapin Nr. 5, bien qu'il eût été inoculé avec une quantité environ 750 fois plus considérable que le Nro 2, périt 1 jour plus tard que celui-ci. Pour vrai dire, chez le lapin Nro 2 se développa une suppuration à l'endroit de l'inoculation, ce qui probablement hâta sa mort. Chez le lapin Nro 1, inoculé avec 0,04 mg. de substance cérébrale, nous voyons la période d'incubation se prolonger considérablement et la mort arriver seulement après 53 jours 1/2

Quelles sont les conclusions générales que nous pouvons tirer des expériences ci-dessus?

Il est impossible à nier que la quantité de virus n'ait une influence manifeste sur la période d'incubation de la rage de rues. Plus on a inoculé de substance cérébralet plus rapidement se développe la maladie et la mort arrive. On peu, le constater même dans l'expérience II (T. XXXVII, les lapins Nros 1 à 5 comparativement aux Nros 6 et 7) et dans l'expérience III (T. XXXVIII, le lapin Nro 1 comparé aux lapins Nros 2, 3 et 4). Dans les autres tables cette influence est encore plus manifeste. Il est possible que les expériences, résumées dans les tables XXXVII et XXXVIII, se soient passées d'une manière si incertaine, parce qu'on a fait usage des matériaux qui n'étaient pas frais. A plusieurs reprises au cours de mes travaux j'ai eu l'occasion de constater que l'on ne doit faire usage pour des expériences sur la rage que des matériaux tout-à-fait frais. Dans le cas contraire, on obtient des résultats sans valeur.

La deuxième conclusion générale consiste en ce que très petites quantités de cerveau (au-dessous de 0,05 mg.) prolongent la période d'incubation d'une façon considérable. (T. XXXVIII, 1 et T. XL, 1).

La troisième conclusion consiste en ce que l'influence dont nous avons parlé dans la première conclusion, influence de la quantité de virus inoculé sur le développement de la maladie, ne devient manifeste qu'avec des différences très considérables entre les quantités de virus inoculé. Ainsi par ex., les différences de 2 ou de 5 fois sont, paraît-il, sans importance (T. XXXVII, 1 et 2; 2 et 3; 3 et 4; 4 et 5; 6 et 7). De plus, souvent même les différences de 10 et de 100 fois même n'exerçent pas une influence évidente sur la durée de la période d'incubation de la maladie (comparez: T. XXXVII, 1, 3, 5; ou 2 et 4; T. XXXVIII, 2 et 3; ou 2 et 4; T. XL, 3 et 4; ou 2, 3, 4 et 5). Dans la table XL une quantité de virus 750 fois même plus considérable (une seule fois!) employée pour infecter le lapin Nro 5, n'a pas eu d'influence sur la durée de la période d'incubation, comparativement au lapin Nro 2. Il est possible aussi que le lapin Nro 5 ait été de son naturel, exceptionnellement réfractaire à la rage, comme cela arrive parfois.

Si cependant, dans tous les cinq tableaux des résultats des inoculations, nous comparons le premier lapin avec le dernier, où les différences entre les quantités de virus inoculé sont de 1000 fois, une fois même d'environ 7500 fois (T. XL) et seulement une fois — de 10 fois (T, XXXVI, 1 et 2), nous allons alors admettre la troisième conclusion.

Comme nous voyons, la réduction de la durée de la période d'incubation de la rage de rues à 5 ou 6 jours ne nous a pas réussi. (Je considère comme fortuit le résultat de la première expérience). Je ne réussis qu'à réduire cette période à 10 ou 11 jours. En tout cas, cela prouve, que cette période va se laisser réduire, en employant des doses considérables, et que peut-être elle se laisserait réduire même à 5 ou 6 jours, si l'on pouvait inoculer aux lapins un ou plusieurs grammes de substance cérébrale. Il y a donc des différences quantitatives entre le virus fixe et le virus de rues. Il est sûr cependant que les différences entre ces deux virus ne se réduisent pas exclusivement à cela. Je pourrai, peut-être, dans quelques mois en donner des preuves.

Institut d'Hygiène de l'Université de Cracovie.

Table des matières.

page
XV. Détermination de la dose mortelle minima de virus fixe 359
XVI. Expériences sur la diffusion du virus rabique en dehors de l'organisme 368
XVII. Expériences sur le virus de rues, inoculé sous la dure-mère en quantités variables 376

---

29. **Sprawozdanie Komisyi fizyograficznej, tom 38.** ***(Bericht der physiographischen Kommission, Bd. 38).*** *(Compte rendu de la Commission physiographique, vol. 38). XLVI, [211], 66 u. 141 S., mit 1 Tafel.*

I. Berichte: 1) Bericht über die Tätigkeit der physiographischen Kommission im J. 1902/3 (S. V—XX). 2) Bericht über die Tätigkeit der physiographischen Kommission im J. 1903/4 (S. XXI—XL). 3) Verzeichnis der Mitglieder der physiographischen Kommission (S. XL—XLV). 4) Kassa-Bericht für 1903 (S. XLV—XLVI).

II. Materialien zur Physiographie Galiziens, gesammelt von der meteorologischen Sektion im J. 1902. (S. [3—211]):

Wypadki spostrzeżeń meteorologicznych dokonanych w Galicyi w r. 1902. ***(Meteorologische Beobachtungen in Galizien im J. 1902). (S. [3—191]).***

Verzeichnis der im J. 1902 tätig gewesenen 28 Stationen, nebst Angabe ihrer geogr. Lage, Seehöhe und der Namen der Beobachter: S. [3—4]. Korrigierte Jahresmittel der Lufttemperatur (26 Stationen) und des Luftdruckes (10 Stat.), Jahressummen des Niederschlages (26 Stat.) für die Stationen, welche ohne Unterbrechung tätig gewesen: S. [6]. Gewöhnliche arithmetische Tages- und Monatmittel nebst den beobachteten Extremen der Lufttemperatur für 28 Stationen: S. [8—55]. Gewöhnliche arithmetische Tages und Monatmittel nebst den beobachteten Extremen des Luftdruckes für 10 Stationen: S. [56—71]. Tagesmittel der Windrichtungen und Zahl der beobachteten Windrichtungen und Windstillen für 26 Stationen: S. [72—107]. Tages- und Monatmittel der Bewölkung für 23 Stationen: S. [108—143]. Tages- und Monatsummen des Niederschlages für 28 Stationen: S. [144—191].

J. ZAJĄCZKOWSKI. **Grady i pioruny w r. 1902.** ***(Hagelfälle und Blitzschläge in Galizien im J. 1902). S. [192—197].***

W. SATKE. **Badania ciepłoty w ziemi w Tarnopolu.** (*Untersuchungen über die Temperatur des Bodens in Tarnopol*). *S. [198—211].*

Wypadki spostrzeżeń meteorologicznych w Galicyi w 1903 r. (*Resultate meteorologischer Beobachtungen in Galizien im J. 1903*). *S. 1—44.*

Monat-und Jahresmittel, Maxima und Minima des Luftdruckes und der Lufttemperatur, Monat- und Jahressummen sowie Maxima des Niederschlages, Anzahl der Tage mit Niederschlägen, Monat- und Jahressummen der Windrichtungen für 12 Stationen: S. 2—26. Die betreffenden Werte für die Lufttemperatur und die Niederschläge für 14 Stat.: S. 27—38. Windrichtungen für 10 Stat.: S. 39—43. Dampfspannung und relative Luftfeuchtigkeit für 4 Stat.: S. 44.

M. P. RUDZKI. **Pomiary deklinacyi i inklinacyi magnetycznej dokonane w Krakowie 1903 r.** (*Messungen der magnetischen Deklination und Inklination in Krakau während des Jahres 1903*). *S. 45—47.*

A. WAŚNIOWSKI. **Deklinacya magnetyczna w Tarnowie w r. 1903.** (*Magnetische Deklination in Tarnów im J. 1903*). *S. 48—50.*

A. WITKOWSKI. **Spostrzeżenia pyrheliometryczne w Zakopanem w lecie 1903.** (*Pyrheliometrische Beobachtungen in Zakopane im Sommer 1903*). *S. 51—57.*

J. HAWRYSIEWICZ. **Spostrzeżenia pojawów w świecie roślinnym i zwierzęcym wykonane w roku 1903 w Ożydowie.** (*Phänologische Beobachtungen in Ożydów während des Jahres 1903*). *S. 58—66.*

III. Materialien zur Physiographie Galiziens, gesammelt von der zoologischen Sektion. S. 58—141.

F. SCHILLE. **Fauna lepidopterologiczna doliny Popradu i jego dopływów, część VII.** (*Lepidopterenfauna des Popradtales und seiner Zuflüsse, VII. Teil*) S. 3—6. Taf. I. Fig. 1. u. 2.

Als neu für die im Titel genannte Gegend werden folgende Lepidopterenarten angeführt:

Chrysophanus Hippothöe L., *Pterogon Proserpina* Pall., *Dianthoecia nana* Rott., *Erastria fasciana* L., *Tephroclystia innotata* Hufn. v. *tamarisciata* Frr., *Thamnonoma brunneata* Thnbg., *Zygaena purpuralis* Brünnich und v. *interrupta* Stgr., *Anerastria lotella* Hb., *Peri-*

nephele lancealis Schiff., *Cacoecia aeriferana* H. S., *Grapholitha albersana* Hb., *Pamene regiana* Z., *purpureana* Const., *Eidophasia messingiella* F. ab. *triangulella* Schille (etwas kleiner als die typische Form, Vorderflügel, anstatt der durchlaufenden, gelbweissen Querbinde, mit einem ebenso gefärbten Dreieck am Hinterrande; Taf. I. Fig. 2).

F. SCHILLE. **Kilka gatunków motyli z okolic Krakowa.** (***Einige Schmetterlingsarten aus der Umgegend von Krakau***). S. 7.

Cacoecia rosana L., *Olethreutes variegana* Hb., *Pamene gallicolana* Z., *Ancylis unguicella* L., *Gelechia solutella* Z. und *Recurvaria leucatella* Cl. wurden von Dr. E. Niezabitowski teils in Krakau, teils in der nächsten Umgegend gesammelt.

F. SCHILLE. **Materyały do fauny owadów siatkoskrzydłych i szarańczaków doliny Popradu, część II.** (***Baustoffe zur Neuropteren- und Pseudoneuropterenfauna des Popradtales, 2 Theil***). S. 8—17, Taf. I, Fig. 3—7

In der Umgegend von Rytro wurden vom Verf. folgende Thysanopterenarten gesammelt:

Melanothrips fusca Sulz., *Aeolothrips vittata* Halid., *fasciata* L. und v. *adusta* Uzel. *Chirothrips manicata* Halid., *Limothrips denticornis* Halid., *Sericothrips staphylinus* Halid., *Physopus vulgatissima* Halid. und v. *adusta* Uzel, *tenuicornis* Uzel und v. *adusta* Uzel, *robusta* Uzel, *atrata* Halid. und v. *adusta* Uzel, *pallipennis* Uzel und v. *adusta* Uzel, *phalerata* Halid., *Ulicis* Halid., *Primulae* Halid. und v. *adusta* Uzel, *ulmifoliorum* Halid. v. *obscura* Uzel und v. *bicolor* Uzel, *Pini* Uzel, *Oxythrips hastata* Uzel v. *bicolor* Uzel, *Ajugae* Uzel v. *bicolor* Uzel, *firma* Uzel, *Anaphothrips ferruginea* Uzel, *Euphorbiae* Uzel, *similis* Uzel, *virgo* Uzel, *Aptinothrips rufa* Gmel. und v. *connaticornis* Uzel, *Dendrothrips Tiliae* Uzel, *Prosopothrips Vejdovskýi* Uzel, *Thrips physopus* L. und. v. *adusta* Uzel, *communis* Uzel mit den Var. *pulla* Uzel und *annulicornis* Uzel, *major* Uzel mit den Var. *adusta* Uzel und *gracilicornis* Uzel, *salicaria* Uzel, *valida* Uzel, *adusta* Uzel und v. *nigra* Uzel, *flava* Schr. und v. *obsoleta* Uzel, *Alni* Uzel, *linaria* Uzel, *minutissima* L., *nigropilosa* Uzel und v. *laevior* Uzel, *discolor* Halid., *Baliothrips dispar* Halid., *Stenothrips graminum* Uzel, *Anthothrips Statices* Halid., *distinguenda* Uzel, *aculeata* F., *Trichothrips copiosa* Uzel, *Acanthothrips nodicornis* Reut.

In den Warmhäusern des krakauer botanischen Gartens fand

Dr. E. Niezabitowski: *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche u. v. *abdominalis* Reuter, *H. femoralis* Reut., *Parthenothrips Dracaenae* Heeg.

Das Männchen von *Parthenothrips Dracaenae* unterscheidet sich von dem Weibchen in der Färbung nur wenig. An der Bauchseite des 4—7. Hinterleibsringes befinden sich quere, nach hinten zu stufenweise größere, scharf begrenzte, am Vorderrande stärker eingedrückte Vertiefungen von braungelber Farbe; bei zwei Exemplaren unter den drei erbeuteten war die Vertiefung des 7. Bauchringes herzförmig. Länge 0·75—0·92 mm. (Taf. I, Fig. 7).

Das Männchen von *Thrips linaria* ist kleiner und meist heller gefärbt als das Weibchen; die Fühler sind konstant heller, besonders ihr 2. und 3. Glied; Vorderschienen auch bei ziemlich dunkel gefärbten Exemplaren sehr hell, außen dunkler; Flügel viel heller als beim ♀, gleichmäßig gelbgrau, nur die vorderen an der Spitze dunkler. Hauptader der Vorderflügel in der apikalen Hälfte mit drei Wimpern, wovon die erste von den folgenden ziemlich weit entfernt ist. Bauchringe 3—7. mit hellen, querelliptischen Vertiefungen, welche an den Ringen 3—5. von gleicher Größe, am 6. und 7. aber kleiner sind. Länge 0·70—0·85 mm.

Von *Thrips physopus* und *Anthothrips Statices* werden abnorm gestaltete Fühler beschrieben und abgebildet (Taf. I Fig. 3—5)

M. KOWALEWSKI. **Materyały do fauny helmintologicznej pasorzytniczej polskiej, IV.** (***Materials for polish helminthological parasitic fauna, IV***). Pag. 15—26.

This list contains 2 species of *Trematoda,* 9 — of *Cestoda* and 15 — of *Nematoda*, found by the author in various Vertebrates, especially in birds, in Dublany (Galicia), during the years 1902—1903. Amongst them 7 species are new. 4 of them are already described by the author. A detailed description of 3 other species will be given by him in the next part of his „Studya helmintologiczne", and here we give only their brief characteristics:

Hymenolepis parvula sp. nov., from the duodenum of *Anas boschas* L. *domestica.* It is a little tapeworm, 1,5—2 mm. long. The greatest number of proglottides 38. Neck absent. Head large with a large and long rostellum, armed with 10 hooks, 0,038—0,039 mm. long. Embryonal hooks — 0,012 mm. long.

Hymenolepis arcuata sp. nov., from the intestinum of *Fuligula marila* L.. Similar to *H. vilosa* Bloch 1782. Total lenght about 40

mm. Body very thin, almost transparent. Lateral appendages relatively short and rounded at their ends. The body always is arcuated, because the margins of the proglottides, on which lie the genital openings, are shorter than the opposite ones. Number of hooks on the rostellum 10, their length — 0.014 mm. Embryonal hooks — 0,0088 mm. long.

Tatria biremis nov. gen., nov. sp. of the subfam. *Acoleïnae* Fuhrm., from duodenum of *Podiceps auritus* Lath. Similar to *Taenia acanthorhyncha* Wedl 1855. Total length 1,8 mm., greatest breadth 0.7 mm. The greatest numter of proglottides 29. Neck absent. Rostellum long, armed on its tip with 10 hooks, 0·044—0·050 mm long, and in its anterior part with 20—30 rings of little spines. Embryonal hooks 0,008 mm. long.

The author also gives a supplement, containing the correct names of the genera and species of the parasitic worms mentioned in the former lists, and also the first index of the parasitic worms, sent by him to the Museum of the Academy of Sciences in Kraków.

A. BEREZOWSKI. **Przyczynek do poznania żubra z puszczy Białowiezkiej (Bison europaeus Ow.).** (***Beitrag zur Kenntnis des Wisents aus dem Walde von Białowieża***). S. 27—31, mit 2 Fig.

Verf. gibt die Maße von fünf ausgestopften. im kaiserlichen Schlosse zu Białowieża aufbewahrten Wisentköpfen an (Tab. I) und berechnet darnach die betreffenden Durchschnittswerte (Tab. II). Es werden Fußspuren eines 15-jährigen Stieres abgebildet (Fig. 1 und 2) und Schrittweite eines Stieres, einer 10-jährigen Wisentkuh und eines einjährigen Kalbes angegeben.

A. BEREZOWSKI. **Szczątki tura (Bos primigenius Boj.) w zbiorach Z. Głogera na Podlasiu.** (***Reste von Bos primigenius Boj. in den Sammlungen von Z. Glogier***). S. 32—33.

Die Notiz enthält Maße von drei Schädelfragmenten des *Bos primigenius,* welche an der Mündung des Nurec und in Cząstków (Bez. Warschau) gefunden wurden.

F. SCHILLE. **Fauna lepidopterologiczna doliny Popradu i jego dopływów, część VIII.** (***Lepidopterenfauna des Popradtales und seiner Zuflüsse, VIII. Teil***). S. 34—35.

Folgende Lepidopterenarten werden als neu für die Gegend von Rytro aufgeführt: *Larentia salicata* Hb. v. *probaria* H. S., *Bu-*

palus piniarius L., *Epiblema semifuscana* Stph., *Grapholitha pallifrontana* Z., *Plutella annulatella* Curt., *Gelechia velocella* Dup., *Elachista magnificiella* Tgstr., *Lithocolletis spinicolella* Z.

F. SCHILLE. **Materyały do fauny owadów siatkoskrzydłych i szarańczaków doliny Popradu, część III.** (***Baustoffe zur Neuropteren- und Pseudoneuropterenfauna des Popradtales, III. Teil***). S. 36—39.

Verf. sammelte in der Gegend von Rytro folgende, für Galizien neue Arten und Varietäten von Psociden und Thysanopteren:

Troctes silvarum Kolbe, *Peripsocus phaeopterus* Steph., *Caecilius piceus* Kolbe v. *brevipennis* Enderl., *C. obsoletus* Steph., *Pterodela pedicularia* L., *Trichopsocus Dalii* Mc. L., *Reuterella helvimacula* Enderl., *Graphopsocus cruciatus* L., *Procus longicornis* F., *P. bipunctatus* L., *Amphigerontia variegata* Latr.

Aeolothrips versicolor Uzel, *Physopus vulgatissima* Halid. v. *fulvicornis* Uzel. *Ph. ulmifoliorun* Halid., *Rhaphidothrips longistylosa* Uzel. *Oxythrips parviceps* Uzel, *Pachythrips subaptera* Halid., *Dendrothrips saltatrix* Uzel, *Thrips dilatata* Uzel, *Cryptothrips lata* Uzel, *Zygothrips minuta* Uzel, *Cephalothrips monilicornis* Reut., *Trichothrips pedicularia* Halid., *T. semicoeca* Uzel. *Phloeothrips coriacea* Halid.

Im Walde von Niepołomice (östlich von Krakau) wurden gesammelt: *Chirothrips manicata* Halid., *Oxythrips parviceps* Uzel, *Cryptothrips dentipes* Reut, *Cephalothrips monilicornis* Reut.

F. SCHILLE. **Przyczynek do fauny motyli okolic Krakowa.** (***Beitrag zur Lepidopterenfauna der Umgegend von Krakau***). S. 40.

Plusia chrysitis L. ab. *Niezabitowskii* Schille: magnitudine formae typicae, fasciis alarum anticarum dilatatis et confusis, maculâ fuscâ dorsali nullâ. maculâ fuscâ costali subtriangulari inaequilaterâ. apice postico maculam orbicularem tantum amplectenti, latere exteriore marginem anticum interiorem maculae renalis, quae colore aureo maximam partem repletur, attingenti. — Krakau.

Sesia formicaefornis Esp, Krakau. *S. empiformis Esp.*, Czatkowice.

ST. KLEMENSIEWICZ. **O nowych i mało znanych gatunkach motyli fauny galicyjskiej. Przyczynek czwarty.** (***Über neue und wenig bekannte Arten der galizischen Schmetterlingsfauna. 4-er Beitrag***). S. 41—64.

In diesem vierten Beitrage zu der im J. 1898 erschienenen, gleich betitelten Hauptarbeit bespricht der Autor seine, in den

letzten zwei Jahren gemachten Forschungen, betreffend die Verbreitung neuer und wenig bekannter Schmetterlingsarten in Galizien. Viele morphologische und biologische Beobachtungen, namentlich in der Nepticulagruppe, vervollständigen das systematisch geordnete Artenverzeichnis. In der Einleitung wird über die, in den letzten zwei Jahren erschienene einschlägige Literatur berichtet. Von den 148 in dieser Arbeit behandelten Formen, wurden folgende 32 vom Verfasser in Galizien neu aufgefunden: *Leptidia Sinapis* L. *gen. vern. Lathyri* Hb., *Tephroclystia Pygmaeata* Hb. *ab. Zibellinata* Chr., *Abraxas Marginata* L. *ab. Nigrofasciata* Schöyen, *Boarmia Repandata* L. *ab. Maculata* Stgr., *Sarrothripus Revayana* Sc. *ab. Fusculana* Schmid., *ab. Degenerana* Hb., *Homoeosoma Binaevella* Hb., *Selagia Argyrella* F. *ab. Striatella* Stgr., *Cryptoblabes Bistriga* Hw., *Acalla Literana* L. *ab. Suavana* H. S., *ab. Tricolorana* Hw., *Steganoptycha Corticana* Hb. *ab. Steiniana* Sorh., *Bactra Lanceolana* Hb. *gen. aest. Nigrovittana* Stph., *Lita Tussilaginella* Hein., *Semidecandrella* Stt., *Teleia Myricariella* Frey., *Depressaria Cyniflonella* Z., *Heliozela Resplendella* Stt., *Coleophora Gryphipennella* Bouché, *Elachista Herrichiella* H. S., *Ornix Betulae* Stt., *Lithocolletis Betulae* Z., *Nepticula Ruficapitella* Hw., *Splendidissimella* H. S., *Ulmivora* Fologue *Prunetorum* Stt., *Microtheriella* Stt., *Betulicola* Stt., *Plagicolella* Stt., *Turicella* H. S., *Carpinella* Hein., *Subbimaculella* Hw.

Die einfärbige (schattenlose) Form der *Tortr. Forskaleana* L. wird vom Verfasser, nach Analogie der *Acalla Contaminana* Hb.-Formen, als Aberration aufgefaßt und für dieselbe der Name *Agraphana* vorgeschlagen. Ebenso wird der bei Lemberg öfter beobachteten durchschnittlich kleineren Form von *Phyllocn. Suffusella* Z. mit rein weißen Vorderflügeln und einem dunklen, punktförmigen Fleck bei $^1/_3$ des Innenrandes, der Wert einer Aberration beigelegt und für dieselbe der Name *Dorsipunctella* zum Vorschlag gebracht. Bemerkenswert ist auch eine *Ornix spec.*, deren Puppe auf dem nach unten umgeschlagenen Rande eines Silberpappelblattes gefunden wurde. Der Schmetterling steht am nächsten der *O. Anglicella* Stt., von welcher er sich jedoch durch etwas dunklere Grundfarbe der Vorderflügel und kürzere lichte Vorderrandstricheln zu unterscheiden scheint. Sollte die Raupe tatsächlich auf Silberpappel leben und nicht nur zufällig, nachdem sie vorher woanders gefressen, auf einem Blatte jener Baumart sich verpuppt haben, dann hätte man zweifellos mit einer neuen Art zu tun.

A. M. ŁOMNICKI. **Fauna Lwowa i okolicy, I Chrząszcze, część III.** ***(Fauna Lembergs und der Umgebung, I. Coleoptera; 3. Teil).*** S. 65—97.

Verf. führt 501 in und um Lemberg gesammelte, zu den Familien: *Curculionidae, Nemonychidae, Anthribidae, Mylabridae, Scolytidae* und *Cerambycidae* gehörende Coleopterenarten auf; neu für Galizien sind darunter:

Phyllobius glaucus Scop. v. *nudus* Westh., *Sitona sulcifrons* Thb. v. *campestris* Ol., *Trachyphloeus bifoveolatus* Beck., *Lixus elegantulus* Boh., *Coeliodes trifasciatus* Bach, *C. fuliginosus* Mrsh., *Ceutorrhynchidius piceolatus* Bris., *Ceutorrhynchus larvatus* Schulze, *C. brevicollis* Schulze, *C. constrictus* Marsh., *Anthonomus cinctus* Redt., *Tychius venustus* F., *Magdalis Heydeni* Desbr., *M. flavicornis* Gyll., *Apion stolidum* Germ., *A. viciae* Payk. v. *Griesbachi* Steph., *A. ononicola* Boh., *A. affine* Kirb., *Attelabus coryli* L. v. *collaris* Scop., *Mylabris lentis* Boh., *M. nana* Germ., *Cortodera femorata* F., *Leptura livida* F. v. *bicarinata* Arnold, *Criocephalus ferus* Kr.

A. M. ŁOMNICKI. **Wykaz szarańczaków (Orthoptera) z okolic Lwowa.** ***(Verzeichnis der um Lemberg gesammelten Orthopteren).*** S. 98—101.

In der genannten Gegend wurden gesammelt:

Labidura riparia Pall., *Labia minor* L., *Forficula auricularia* L., *Ectobia lapponica* L., *livida* F., *Aphlebia maculata* Schreb. v. *Schaefferi* L., *Blatta germanica* L., *Stylopyga orientalis* L., *Mecostethus grossus* L., *Stenobothrus stigmaticus* Ramb., *apricarius* L., *viridulus* L., *rufipes* Zett., *haemorrhoidalis* Charp., *bicolor* Charp., *biguttulus* L., *elegans* Charp., *dorsatus* Zett., *parallelus* Zett., *Gomphocerus rufus* L., *maculatus* Thb., *Sphingonotus coerulans* L., *Oedipoda coerulescens* L., *Pachytylus migratorius* L., *danicus* L., *Psophus stridulus* L., *Tettix bipunctatus* L., *Kraussi* Saulcy, *subulatus* L., *Leptophyes albovittata* Koll., *Meconema varium* F., *Locusta viridissima* L., *cantans* Fuessly, *Thaumotrizon cinereus* L., *Platycleis Roeseli* Hag., *bicolor* Phil., *Decticus verrucivorus* L., *Oecanthus pellucens* Scop., *Gryllus campestris* L., *domesticus* L., *frontalis* Fieb., *Myrmecophila acervorum* Panz., *Gryllotalpa vulgaris* Latr.

A. M. ŁOMNICKI. **Szarańczaki nowe dla fauny galicyjskiej.** ***(Für die Fauna Galiziens neue Orthopterenarten).*** S. 102—103.

Als neu für Galizien werden angeführt: *Chelidura acanthopygia* Géné, *Tettix Türki* Krauss, *Isophya modesta* Fieb., *I. brevipennis* Brunner, *Oecanthus pellucens* Scop. (wahrscheinlich mit Weintrauben eingeschleppt). — Die Zahl der gegenwärtig aus Galizien bekannten Orthopterenarten beträgt 73.

J. DZIĘDZIELEWICZ. **Sieciarki (Orthoptera genuina) i Prasiatnice (Archiptera) zebrane w ciągu lat 1902 i 1903.** ***(Verzeichnis der in den Jahren 1902 und 1903 gesammelten Neuropteren und Archipteren).*** S. 104—125.

Die in diesem Verzeichnisse aufgezählten Arten wurden vom Verf. teils in der Umgebung von Lemberg, teils in den Ostkarpaten in der Gegend von Mikuliczyn (hier z. T. in einer Seehöhe von 1000 bis 2000 M.) gesammelt. Gelegentlich werden einige Angaben der vom Verf. im J. 1890 veröffentlichten Übersicht der Neuropterenfauna des ehemaligen Polens (Bericht der physiographischen Kommission, Bd. 26) teils ergänzt, teils berichtigt. Bei der Bestimmung zweifelhafter Arten waren dem Verf. Dr. P. Kempny und Prof. F. Klapalek behilflich. Von den aufgeführten Arten sind als neu für Galizien hervorzuheben: *Hemerobius inconspicuus* M'L., *H. pini* Steph., *H. atrifrons* M'L., *H. quadrifasciatus* Reuter, *Aleuropteryx lutea* Wallgr., *Coniopteryx aleurodiformis* Steph., *C. psociformis* Curt., *Peltostomis brunnea* Klap, *Apatania meridiana* M'L., *Beraea articularis* Pict., *Hydropsyche instabilis* Curt., *H. angustipennis* Curt., *Lype phaeopa* Steph., *Hydroptila femoralis* Eat., *Oxyethira angustella* M'L., *Caenis chironomiformis* Curt., *Cloëon russulum* Müll., *Habrophlebia fusca* Curt., *Centroptilum pennulatum* Eat., *Baëtis Rhodani* Pict., *B. vernus* Curt., *Heptagenia assimilis* Eat., *H. forcipula* Pict., *Amphigerontia fasciata* Fab., *Stenopsocus M'Lachlani* Kolbe, *Mesapsocus unipunctatus* Müll, *Elipsocus laticeps* Kolbe, *E. Westwoodi* M'L., *E. hyalinus* Steph., *Pterodela quercus* Kolbe, *Caecilius fuscopterus* Latr., *C. atricomis* M'L, *C. obsoletus* Steph., *Peripsocus phaeopterus* Steph., *P. subpupillatus* M'L., *P. alboguttatus* Dalm., *Clothilla distincta* Kolbe. — Neu für die Wissenschaft ist *Hemerobius chomiacensis* Dzięd., welcher in einem Exemplare bei Tartarów, am Südabhange des Berges Chomiak am 26. VII. 1902 gefunden wurde (Lateinische Diagnose: S. 110). Zwei andere neue Arten, ein

Drusus und ein *Synagapetus*, werden von Dr. P. Kempny beschrieben werden nach Exemplaren, welche vom Verf. in den Ostkarpaten gesammelt wurden.

E. NIEZABITOWSKI. **Materyały do zoocecidiologii Galicyi.** ***(Baustoffe zur Zoocecidiologie Galiziens).*** S. 126—141.

Der Verf. gibt ein Verzeichnis von 110 Zoocecidienarten, welche er in Galizien beim Sammeln parasitischer Hymenopteren gelegentlich beobachtete. Von denselben sind 98 Arten für Galizien neu. Hervorzuheben wären etwa folgende Cecidien: Gallen von *Cynips caput medusae* Hart. und *Biorrhiza pallida* Oliv. auf *Quercus pedunculata* Ehrh. Cecidien auf *Pirus communis* L., gebildet aus Blütenknospen, welche vergrößert und trocken erscheinen; im Inneren einer jeden Knospe befindet sich eine weiße, fußlose, ca. 3 mm lange Larve, welche Mitte Juni den Rüsselkäfer *Anthonomus cinctus* Koll. liefert. An der Basis der einjährigen Triebe von *Pirus salicifolia* Pall. walzenförmige, 20 mm lange und 10 mm breite, durch Hypertrophie der Rinde gebildete Cecidien; in denselben befinden sich zahlreiche, kleine, kugelige Kammern, jede von der Larve einer *Cecidomyia sp.* bewohnt. Diese Cecidien wurden in großer Zahl an einem Baume im krakauer botanischen Garten gefunden. Die beiden letztgenannten Gallen fehlen in „Catalogue systématique des Zoocécidies de l'Europe et du Bassin Mediterranéen" von J. Darboux und C. Houard, nach welchem das vorliegende Verzeichnis zusammengestellt wurde.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą

Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

31 Lipca 1905.

PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise

(Spółka wydawnicza polska)

à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI. XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1: Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *Comptes rendus de la Commission de physiographie*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*. 8-vo, 1889. — 4 k.

N° 7. JUILLET 1905.

12,229

BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITE
1905

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ETE FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 7. Juillet 1905.

Sommaire: 30. M. K. OLSZEWSKI. Contribution à la question de la détermination du point critique de l'hydrogène.
31. M. K. OLSZEWSKI. Nouveaux essais de liquéfaction de l'hélium.
32. M. K. KOSTANECKI. Etudes expérimentales sur l'origine des centrioles du premier fuseau de segmentation chez Myzostoma glabrum.
33 M. H. HOYER. Recherches sur le système lymphatique des têtards des grenouilles. I partie.
34. M. VL. KULCZYŃSKI. Fragmenta arachnologica, III.
35. M. VL. KULCZYŃSKI. Araneae nonnullae in insulis Maderianis collectae a Rev. E. Schmitz.
36. M. M. RACIBORSKI. Sur la limite supérieure de la pression osmotique de la cellule vivante.
37. MM. ST. CZERSKI et J. NUSBAUM. Recherches sur la régénération chez les Capitellides.
38. MM. ST. BONDZYŃSKI, ST. DOMBROWSKI et K. PANEK. Sur un groupe des acides organiques renfermant de l'azote et du soufre, contenus dans l'urine normale de l'homme.
39. M. K. SŁAWIŃSKI. De la structure des produits obtenus par l'action de l'acide hypochloreux sur le camphène.
40. M. E. GODLEWSKI jun. Sur l'hybridation des Echinides avec la Comatule.
41. MM. C. ZAKRZEWSKI et KRAFT. Sur les directions principales dans les liquides biréfringents par effet du mouvement.
42. M. E. KIERNIK. Contribution à l'étude de l'histologie des pédicellaires des Oursins, et surtout de leurs muscles.
43. M. M. KOWALEWSKI. Études helminthologiques, IX-me partie. Sur deux espèces des ténias du genre Hymenolepis Weinl.
44. M. L. SITOWSKI. Contribution à la biologie des teignes.
45 M. ST. OPOLSKI. Sur l'action du chlore et du brome sur les homologues du thiophène sous l'influence de la lumière et de la chaleur. II Partie.

Séance du lundi 10 Juillet 1905.

PRÉSIDENCE DE M. N. CYBULSKI.

30. M. K. OLSZEWSKI m. t. **Przyczynek do oznaczenia punktu krytycznego wodoru.** ***(Ein Beitrag zur Bestimmung des kritischen Punktes des Wasserstoffs).*** *(Contribution à la question de la détermination du point critique de l'hydrogène).*

Im Jahre 1891 habe ich eine Methode beschrieben [1]), mittels welcher es möglich war, den kritischen Druck des Wasserstoffs

[1]) Rozpr. Akad. **23**, 385 (1891); Phil. Mag., [5], **39**, 199 (1895).

zu bestimmen; im Jahre 1895, also 3 Jahre vor der Verflüssigung des Wasserstoffs durch Dewar, habe ich dieselbe Methode, die ich die Expansionsmethode nannte, auch auf die Bestimmung der kritischen und der Siedetemperatur des Wasserstoffs[1]) angewendet. Diese Methode der Bestimmung des kritischen Punktes von Gasen wurde von E. Mathias im J. 1904 in seinem Werke „*Le point critique des corps purs*" beschrieben; da sich in dem geschichtlichen Teil ein gewisser Fehler eingeschlichen hat, erlaube ich mir denselben an dieser Stelle richtigzustellen. S. 107 befindet sich unter Hinweis auf eine Literaturangabe bei Dewar der folgende Passus: „*Cette méthode qu'on peut appeller „méthode de la detente" a été employée par Wróblewski dès 1883 (Cité par J. Dewar, Weekly evening meeting, Friday, January 20, 1899, Royal Institution) et a été reprise par K. Olszewski en 1895 dans le but de déterminer la température et la pression critiques de l'hydrogène*". Der obige Absatz benötigt insoferne einer Richtigstellung, als Cailletet der erste war, der die Entspannung als Hilfsmittel zur Verflüssigung der Gase noch 1877 angewendet hat. Im J. 1883 wurde dieses Verfahren von mir und von Wróblewski gleichzeitig und unabhängig voneinander aufgenommen, um Wasserstoff unter Zuhilfenahme von flüssigem Sauerstoff als Kältemittel zu verflüssigen. Die Resultate dieser Versuche wurden in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften in Krakau sowie in den Comptes Rendus der Pariser Akademie im Jahre 1884 veröffentlicht. Von der Anwendung der Expansionsmethode zur Bestimmung des kritischen Punktes irgend welches Gases befindet sich in der Literatur keine Erwähnung vor 1891 bezw. 1895, wo ich die eingangs angeführten Arbeiten veröffentlichte und zum ersten Mal an der Hand der Versuche mit Wasserstoff, Sauerstoff und Äthylen zeigte, daß bei der Entspannung eines Gases vom hohen Drucke die Spuren der Verflüssigung in Gestalt eines Nebels in dem Momente auftreten, in welchem der Druck bis auf seinen kritischen Wert sinkt.

Wróblewski bediente sich öfters bei seinen Versuchen behufs Messung niedriger Temperaturen eines Thermoelements Kupfer-Neusilber und er behauptete, daß ein solches bessere Resultate ergibt als ein Wasserstoffthermometer, dessen ich mich stets bediente; er

[1]) Rozpr. Akad. **29**, 404, (1895); Wied. Ann., **56**, 133, (1895); Phil. Mag. [5] **40**, 202, (1895).

nahm an, daß der Ausdehnungskoeffizient des Wasserstoffes in der Nähe von —200° beträchtlich zunimmt, und daß ein Wasserstoffthermometer bei solchen Messungen unbrauchbar wird. Doch haben die Versuche von mir [1]), von Dewar [2]), Travers [3]) und von Anderen ergeben, daß eine solche Annahme jeder Begründung entbehrt, da sich im Gegenteil ein Wasserstoffthermometer zur Messung der niedrigsten Temperaturen sehr gut eignet und in dieser Hinsicht nur vom Heliumthermometer übertroffen wird, welches zuerst von mir angewendet und empfohlen wurde [4]). Wróblewski versuchte mittels eines Thermoelements auch die Temperatur des Wasserstoffes im Augenblicke der Entspannung bis auf 1 Atm. zu messen, wobei er als Siedetemperatur des Wasserstoffes —223° erhielt [5]), also eine um 29·5° höhere, als die von Dewar sowie von Travers und Jaquerod gefundene Temperatur. Dieser bedeutende Unterschied beweist, daß sich entweder bei Wróblewski's Versuchen der Wasserstoff gar nicht verflüssigte, oder aber, daß sich das von ihm angewendete Thermoelement zu solchen Messungen nicht eignet.

Die kritische Temperatur des Wasserstoffs.

Die von mir 1895 in Anwendung gebrachte Methode zur Bestimmung der kritischen Temperatur des Wasserstoffs beruhte auf der Messung des elektrischen Widerstandes eines Platindrahtes im Augenblicke der adiabatischen Entspannung des Wasserstoffs vom hohen Drucke bis auf den kritischen (20 Atm.) bezw. bis auf den atmosphärischen Druck. Als Versuchsergebnis wurden folgende Zahlen gefunden:

Kritischer Druck (bei welchem der Nebel erschien) . . . 20 Atm.
Kritische Temperatur . . . . . —234·5°
Siedetemperatur . . . . . —243·5°

Das bei diesen Versuchen angewendete Widerstandsthermometer wurde mit dem Wasserstoffthermometer bei den Temperaturen 0°, —78·2°, —182·5° und —208·5° verglichen, wobei es sich herausstellte, daß die Widerstandsänderungen den Temperaturänderungen

[1]) Wied. Ann. **31**, 70, (1887); **59**, 191, (1896).
[2]) Ann. Chim. Phys., **23**, 423, (1901).
[3]) Phil. Trans., **200** A, 152, (1902).
[4]) Bull. Intern. Acad. Crac., 1896; Wied. Ann. **59**, 191, (1896).
[5]) Sitz. Ber. der Wiener Akad., **97**, IIa, 1379, (1888).

nicht proportional sind, sondern daß der Widerstand etwas schneller abnimmt. Da jedoch die Krümmung der Kurve, welche die Abhängigkeit des Widerstands von der Temperatur darstellt, nur unbedeutend war, habe ich angenommen, daß der durch die Extrapolation der Temperaturen unterhalb —208·5° verursachte Fehler nicht allzu groß sein wird. Versuche, welche einige Jahre darauf zuerst von Dewar, dann von Travers und Jaquerod sowie auch von mir ausgeführt wurden, haben diese Annahme nicht gerechtfertigt, und dieses kann als weiterer Beweis dienen, daß alle durch eine Extrapolation erhaltenen Messungen als eine mehr oder weniger kühne Hypothese anzusehen sind. Nach den Bestimmungen von Dewar, sowie nach den äußerst genauen Messungen von Travers und Jaquerod kann als abgerundeter Wert für die Siedetemperatur des Wasserstoffs —252·5° angenommen werden. Die von mir 1902 mittels eines Heliumthermometers mit konstantem Volum (Thermometergefäß von kleinem Fassungsraum) ausgeführten Temperaturbestimmungen, wenn sie auch, was die Präzision anbelangt, den Messungen von Travers und Jaquerod nicht gleich kamen, ergaben jedoch für die Siedetemperatur des Wasserstoffs einen dem obigen angenäherten Wert, und unterscheiden sich von ihm bloß um wenige Zentel Grade (und zwar sind sie höher).

Der Unterschied zwischen meinen früher angestellten Siedetemperaturbestimmungen und den neueren ist bedeutend, da er 9° beträgt. Zur Rechtfertigung möge der Umstand dienen, daß es auch Dewar nicht besser gegangen ist, als er drei Jahre darauf dieselbe Temperatur mittels eines Platin-Widerstandsthermometers maß, obwohl ihm eine genügende Menge (50 cm³) des flüssigen Wasserstoffs zu Gebote stand. Bei seinen ersten Versuchen [1]) erhielt er —238°, bei den folgenden —243·6° [2]) als Siedetemperatur.

Die erste Zahl ist um 14·5° höher als —252·5, die zweite um beinahe 9°; die letztere ist also beinahe identisch mit der von mir 1895 bestimmten.

Es ist noch zu bemerken, daß diese Differenz von 9° in meinen Versuchen ausschließlich der Extrapolation zuzuschreiben ist, denn die Widerstandsmessungen des Platinthermometers haben sich als ganz richtig erwiesen, obwohl sie unter schwierigen Umständen

[1]) Proc. Chem. Soc. 1898, 146.
[2]) Chem. News, 84, 50, (1901).

ausgeführt wurden, d. i. im Momente der Entspannung des Wasserstoffs. In Prozenten ausgedrückt, änderte sich der Widerstand des Thermometers von 100 Ohm bei 0° auf 35·9 Ohm in der Siedetemperatur des Wasserstoffs.

Nachdem ich 1902 Apparate verfertigt hatte[1]), die es mir ermöglichten, einige Hundert Kubikzentimeter flüssigen Wasserstoffs ohne Schwierigkeit darzustellen, wiederholte ich die obige Widerstandsmessung in der Temperatur des siedenden Wasserstoffs, wobei ich Zahlen erhielt, welche mit den früheren ganz übereinstimmten, d. i. es ergab sich eine Widerstandsabnahme um 64·1 Prozent. Diese Übereinstimmung beweist unzweideutig, daß sich bei meinen Versuchen von 1895 der Wasserstoff in einer Menge verflüssigte, welche ausreichend war, um das Platinwiderstandsthermometer bis auf die Siedetemperatur jenes Gases abzukühlen, die, wie wir es jetzt wissen, —252·5° beträgt.

Diese Übereinstimmung erlaubt es mir auch, meine früheren Bestimmungen der kritischen Temperatur des Wasserstoffs zu korrigieren, indem dieselbe, statt durch Extrapolation, durch Interpolation ermittelt werden kann. Die ergänzte Kalibrierung des Platinthermometers läßt sich nunmehr auf diese Weise darstellen:

Temperatur (Wasserstoffskala).	Widerstand.
0°	100 Ohm
—78·2°	80 „
—182·5°	52·3 „
—208·5°	45·3 „
—252·5°	35·9 „ [2])

Einem Grade der Wasserstoffskala entspricht also im Intervall —208·5 bis —252·5° . . . 0·2136 Ohm.

Im Augenblicke der Entspannung des Wasserstoffs bis zum kritischen Drucke betrug der Widerstand des Thermometers 38·3 Ohm. Berechnet man mittels Interpolation die diesem Widerstande

[1]) Bull. Acad. Cracovie. Mai 1903; Ann. d. Phys. 12, 196, 1903.

[2]) Der bei diesen Bestimmungen benutzte Platindraht wurde als aus chemisch reinem Platin erzeugt angeschafft; doch sein Verhalten deutet, was den elektrischen Widerstand anlangt, darauf hin, daß dieses nicht der Fall war. Zwei von der Firma Heraeus im Jahre 1903 bezogene Drahtproben aus chemisch reinem Platin zeigen ein ganz anderes Verhalten; in Prozenten ausgedrückt sinkt nämlich der Widerstand von 100 Ohm bei 0° auf 2 bezw. 2·55 Ohm bei —252·5°

entsprechende Temperatur, dann erhält man —240·8°, was als die korrigierte kritische Temperatur des Wasserstoffs anzusehen ist. Soviel ich weiß, ist dieses der bisher einzige experimentell gefundene Wert für diese Konstante.

Auf grund des Gesetzes von der thermodynamischen Übereinstimmung hat Witkowski die Temperatur der Inversion der Joule-Kelvinschen Erscheinung für Wasserstoff mit Hilfe der Daten für Luft und für die kritische Temperatur von Wasserstoff gleich —234° zu —46° berechnet[1]). Nimmt man nun als Basis der Berechnung die korrigierte kritische Temperatur —241°, dann erhält man die Inversionstemperatur —87°, was nicht weit von —80·5° entfernt ist, d. i. von der von mir experimentell gefundenen Zahl[2]).

Neubestimmung des kritischen Druckes des Wasserstoffs.

In der eingangs angeführten Arbeit von 1891 habe ich mittels der Expansionsmethode den kritischen Druck des Wasserstoffs zu 20 Atm. gefunden. Im J. 1902 habe ich eine Reihe von Versuchen ausgeführt, um diesen Druck mittels einer Methode zu bestimmen, welche auf dem Erscheinen und Verschwinden des Meniskus des flüssigen Wasserstoffs beruht. Da diese Versuche mit Ausnahme einer kurzen Mitteilung in der deutschen Ausgabe des bekannten Werkes von Travers[3]) bisher nicht veröffentlicht wurden, führe ich hier die damals erhaltenen Resultate in der Kürze an.

Wasserstoff wurde im Glasrohre eines Cailletetschen Apparates einem Drucke von 12 Atm. unterworfen, unter gleichzeitiger Abkühlung mittels flüssigen Wasserstoffs, welcher sich in einem unversilberten Vakuumgefäß befand. Nach Verflüssigung des Wasserstoffs in der Glasröhre bis zu einer Höhe von 2—3 cm wurde das Vakuumgefäß mit flüssigem Wasserstoff gesenkt, so daß die untere Spitze des Röhrchens die Oberfläche des flüssigen Wasserstoffs kaum noch berührte, und der Druck durch Zudrehen der Schraube des Kompressionsapparates solange erhöht, bis der Meniskus im Inne-

[1]) Rozpr. Akad., **35**, 261, (1898).

[2]) Rozpr. Akad., **41**, 474, (1901); Bull. Intern. Acad. Cracovie 1901; Ann. d. Phys. **7**, 818, (1902).

[3]) M. W. Travers, Experimentelle Untersuchung von Gasen, Braunschweig 1905, 263.

ren des Röhrchens ganz verschwand. Darauf wurde durch allmähliches Zurückdrehen der Schraube der Druck bis zum Wiedererscheinen des Meniskus des flüssigen Wasserstoffs erniedrigt. Diese Versuche wurden etwa zwanzigmal wiederholt, und es wurde jedesmal an einem Metallmanometer der Druck abgelesen, bei welchem der Meniskus verschwand, sowie der Druck, bei welchem er wieder erschien; die abgelesenen Drucke wurden darauf durch Vergleichen des Metallmanometers mit einem Luftmanometer korrigiert. Folgende Zahlen sind als Mittelwerte aus mehreren Ablesungen zu betrachten:

Druck des Verschwindens	des Meniskus	15 Atm.
Druck des Erscheinens		13·4 Atm.

Nach den obigen Versuchen liegt der kritische Druck des Wasserstoffs in den Grenzen von 13·4 bis 15 Atm., je nachdem man bei dessen Bestimmung das Erscheinen oder das Verschwinden des Meniskus berücksichtigt.

Bei der Ausführung dieser Versuche trachtete ich den Grund des Unterschiedes von 5 Atm. zu finden, welcher zwischen meinen früheren und den neueren Bestimmungen besteht, und ich überzeugte mich, daß ein Unterschied von 3 Atm. durch die Ungenauigkeit des früher benutzten Metallmanometers verursacht worden ist; die übrig bleibenden 2 Atm. sind wahrscheinlich der Ungenauigkeit der Messungen während der plötzlichen Entspannung zuzuschreiben, verursacht durch die elastische Nachwirkung der Federröhre des Metallmanometers. Est ist dabei zu bemerken, daß diese Korrektion des kritischen Druckes keinen Einfluß auf die Bestimmung der oben angegebenen kritischen Temperatur des Wasserstoffs (—240·8) hat, da diese Messungen bei einem Drucke ausgeführt wurden, bei welchem der für den kritischen Druck charakteristische Nebel auftrat.

Im Jahre 1895 berechnete Natanson[1]), auf grund des Gesetzes der übereinstimmenden Zustände, die kritische Temperatur des Wasserstoffs zu —232°, indem er zur Berechnung als den kritischen Druck den zuerst gefundenen Wert 20 Atm. nahm. Nimmt man aber bei der Berechnung als kritischen Druck 15 Atm., dann erhält man als kritische Temperatur —242°, was von der von

[1]) Bull. Intern. Acad. Crac. 1895. 93.

mir mittels Extrapolation meiner früheren Versuche gefundenen (−240·8°) nur wenig abweicht.

Wróblewski berechnete mittels der Formel von van der Waals auf grund seiner Versuche über die Zusammendrückbarkeit des Wasserstoffs[1]) kritische Konstanten für dieses Gas, welche mehrmals von Dewar mit denen von mir auf experimentellem Wege bestimmten verglichen wurden. In der nachfolgenden Tabelle befinden sich die Daten von Wróblewski, mit den meinigen zusammengestellt, welche nach den neuesten Versuchen korrigiert wurden:

Kritische Konstanten	Wróblewski ber. 1888	Olszewski gefunden 1895 und 1902
Druck	13·3 Atm.	13·4 – 15 Atm.
Temperatur	—240·4°	—240·8°

Angesichts der merkwürdigen Übereinstimmung der obigen Zahlen und der Wichtigkeit des Gegenstandes würde die Untersuchung seitens eines Theoretikers sehr wünschenswert erscheinen, inwieferne die Berechnung dieser Zahlen von den Rechnungsfehlern beeinflußt wurde, welche sich in die Arbeit von Wróblewski eingeschlichen haben, und in der zitierten Abhandlung, S. 1356, vom Herrn Prof. Zakrzewski, welcher dieselbe nach dem Tode des Verfassers zum Druck vorbereitet und mit Anmerkungen versehen hat, nachgewiesen wurden.

Anmerkung In der Sitzung der hiesigen Akademie der Wissenschaften vom 5. Juni l. J. hat Prof. A. Witkowski die Resultate seiner langjährigen Arbeit über die Zusammendrückbarkeit des Wasserstoffs vorgelegt. Auf meine diesbezügliche Anfrage hat er sich dabei geäußert, daß in der zitierten Arbeit Wróblewskis außer den erwähnten Rechnungsfehlern auch zahlreiche experimentelle Ungenauigkeiten vorhanden sind, aus welchem Grunde die obige Übereinstimmung der kritischen Daten als eine zufällige zu betrachten ist.

[1]) Sitz.-Ber. der Wiener Akad. 97, 1362, (1888).

Krakau, I chem. Institut. der Universität.

31. M. K. OLSZEWSKI m. t. **Dalsze próby skroplenia helu.** *(Weitere Versuche, das Helium zu verflüssigen.)* (*Nouveaux essais de liquéfaction de l'helium*).

Im Jahre 1895 habe ich eine Reihe von Versuchen ausgeführt, welche die Verflüssigung von Helium [1]) bezweckten und ich wies nach, daß bei Anwendung der damals bekannten Kältemittel und der adiabatischen Entspannung dieses Gas keine Spuren der Verflüssigung zeigt. Nach der Formel von Laplace und Poisson wurde die Temperatur berechnet, bis zu welcher sich Helium bei Entspannung bis zu 1 Atm. abkühlen sollte, und auf grund dieser Berechnung habe ich bereits damals vermutet, daß seine Siedetemperatur unterhalb — 264° liegt.

Weitere Versuche zum Zwecke der Verflüssigung von Helium wurden von Dewar 1898 unternommen und unter anderen auch in der Abhandlung: „*Sur la liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium*“ [2]) beschrieben. S. 153 beschreibt Dewar seine Versuche folgendermaßen:

„*Ayant un échantillon de cet hélium purifié extrait du gaz de Bath et scellé dans un petit ballon terminé par une tube étroit, ce dernier fut placé dans l'hydrogène liquide; on vit alors un liquide distinct se condenser. D'après ce résultat il semble qu'il n'y a pas une grande différence entre les points d'ébullition de l'hélium et de l'hydrogène*“.

S. 154 schreibt er weiter:

„*Tous les gaz connus ont donc été maintenant condensés en liquides susceptibles d'être manipulés à leur point d'ébullition sous la pression atmosphérique*“.

Wir ersehen aus den obigen Zitaten, daß Dewar in seiner Arbeit zu anderen Resultaten gelangte, und die Schlüsse, welche ich aus meinen Versuchen abgeleitet habe, entschieden verneinte. Obwohl ich bereits damals große Zweifel in bezug auf die Exaktheit der Dewarschen Versuche hegte, trat ich doch mit einer Berichtigung nicht hervor, da ich, mangels der nötigen Einrichtungen in unserem Laboratorium, seine Experimente nicht kontrollieren

[1]) Rozpr. Akad. W. M.-P., Kraków, 37, 262, (1896); Wied. Ann., 59, 184, (1896); Bull. Intern. Acad. Cracovie, 1896.

[2]) Ann. chim. et phys., 14, 145—154, 1898.

konnte. Und auf solche Weise ist es möglich geworden, daß während der darauffolgenden drei Jahre Helium für ein vollständig verflüssigtes Gas galt, und diese Zeit war ausreichend, um diese Nachricht in die entlegensten Winkel der Welt, sowie in unzählige Zeitschriften und Lehrbücher gelangen zu lassen, in welchen sich diese falsche Behauptung voraussichtlich noch lange Jahre hindurch fortpflanzen wird, wie es bereits mit mehreren irrigen Versuchen, die Gasverflüssigung betreffend, geschehen ist. Diese Behauptung wurde zuerst von Dewar selbst berichtigt, welcher in seiner Arbeit (Ann. Chim. et Phys., 23, 423, [1901]) sich folgendermaßen ausdrückt:

„*Les expériences d'Olszewski et les miennes ont montré que l'hélium se condense plus difficilement que hydrogène et que la production de corps solides ou liquides en refroidissant l'hélium de Bath à la température de l'hydrogène bouillant ou solide, n'est que partielle*"; und etwas weiter: „*Il résulte de cela que mon hélium contenait environ 7 p. 100 de néon, d'après les mesures de refraction.*"

In seinen späteren Versuchen [1]) gebrauchte Dewar das Helium aus derselben Quelle in Bath, welches durch Ausfrieren mittels flüssigen Wasserstoffs gereinigt war: das unter einem Drucke von 80 bis 100 Atm. in einer Glasröhre eingeschlossene Gas wurde mittels flüssigen oder erstarrenden Wasserstoffs abgekühlt und darauf einer plötzlichen Entspannung unterworfen. Im ersten Momente entstand ein Nebel infolge der Abscheidung eines festen Körpers, welchen Dewar für Neon hält; nachdem sich dieser feste Körper am Boden des Röhrchens abgesetzt hatte, bewirkten spätere Entspannungen keine Spuren einer Verflüssigung. Dewar gibt keine Ausmaße seines Apparates an.

Im Jahre 1902 führten Travers und Jaquerod [2]) eine Reihe von Versuchen aus zum Zwecke der Verflüssigung von Helium. Der von ihnen angewandte Apparat war dem Cailletetschen ähnlich; der untere, weitere Teil des Glasrohres hatte 6 mm lichter Weite, während der obere, nach unten gebogene, nur 0·5 mm im Lichten besaß. Das aus Cleveit gewonnene und mittels Ausfrierens im flüssigen Wasserstoff gereinigte Helium enthielt kein Neon. Das Gas wurde bis 60 Atm. zusammengedrückt und mittels flüssigen

[1]) The Nadir of Temperatures. Chem. News, **84**, 49—51 (1901).

[2]) Phil. Trans. **200** A. 177—179, (1902).

oder festen Wasserstoffs bis auf 20·5°, 14° und 13° abs. abgekühlt. Unter diesen Umständen haben die beiden Forscher keine Spuren einer Verflüssigung bemerkt.

Bei meinen neuesten Versuchen habe ich mich der Methode bedient, die in meiner eingangs zitierten Arbeit vom J. 1896 beschrieben ist, und die im Prinzipe von den von Dewar sowie von Travers und Jaquerod angewandten Methoden nicht abweicht. Der Unterschied meiner jetzigen Versuche von den oben auszugsweise skizzierten bestand einerseits in der Anwendung flüssigen und festen Wasserstoffs als Kühlungsmittel, anderseits in den größeren Ausmaßen des Apparates und in dem höheren Drucke, bis zu welchem das Helium zusammengedrückt, und von welchem es darauf entspannt wurde. Die zur Aufnahme von Helium dienende Röhre hatte in seinem unteren Teile 26 mm lichter Weite und 360 mm Länge; sie konnte also etwa 180 cm³ Helium fassen, demgemäß etwa das Dreifache von der bei meinen früheren Experimenten verwendeten Menge. Der obere, kapillare Teil der Röhre besaß 1·5 mm lichter Weite, war nach unten gebogen, und endete in ein etwas weiteres Röhrchen von 12 mm Länge und 3 mm innerer Weite. Das Helium gewann ich aus Thorianit, einem neuen Mineral, welcher unlängst auf Ceylon entdeckt wurde, und nach Ramsay das ergiebigste Ausgangsmaterial zur Heliumdarstellung bildet. Eine Probe von Thorianit in einer Menge, die zu meinen Versuchen ausreichend war, verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn A. K. Coomaraswamy, Direktors des Mineralogical Survey der Regierung von Ceylon. Das Gas wurde durch Erhitzen von Thorianit mit primärem Kaliumsulfat nach dem von Ramsay und Travers beschriebenen Verfahren gewonnen und es wurde zweimal durch Ausfrieren mittels flüssigen Wasserstoffs gereinigt. Die Reinheit des auf solche Weise gereinigten Heliums wurde durch eine Dichtebestimmung, sowie durch die Untersuchung des Spektrums in einer Plückerschen Röhre bestätigt. Die Dichte des Heliums vor dem zweiten Ausfrieren betrug 3·99 (O_2=32). Nach dem zweiten Ausfrieren wurde direkt zu den Versuchen geschritten, welche die Verflüssigung bezweckten. Die spektroskopische Untersuchung ergab ein reines Heliumspektrum; keine Verunreinigung, insbesondere keine Wasserstofflinien wurden dabei bemerkt. Die beim ersten Ausfrieren erstarrende Fraktion des Gases wurde gesondert, aufgefangen und spektroskopisch untersucht, wo-

bei außer dem charakteristischen Stickstoffspektrum keine anderen Linien zu bemerken waren.

Behufs Verflüssigung wurde das Helium in dem oben beschriebenen Apparate mittels flüssigen Wasserstoffs, unter Atmosphärendruck siedend (—252·5°), sowie mittels des unter 50 mm Druck erstarrenden Wasserstoffs (—259°), abgekühlt. Die Temperatur bezw. den Druck habe ich nicht weiter erniedrigt, da Wasserstoff unter diesen Umständen ganz zu einer undurchsichtigen Masse erstarrt, und eine Beobachtung unmöglich macht. Ein unversilbertes Vakuumgefäß, welches etwa 100 cm^3 flüssigen Wasserstoff enthielt, wurde auf die Heliumröhre mittels eines Kautschukpfropfens, welcher mit Vaselin bestrichen war, gasdicht angepaßt; auch bei geringster Undichtigkeit dringt beim Pumpen Luft in das Vakuumgefäß ein, erstarrt sogleich, und bewirkt Trübung und Undurchsichtigkeit des flüssigen Wasserstoffs. Das auf diese Weise abgekühlte Helium wurde dann einem 180 Atm. erreichenden Drucke ausgesetzt; eine weitere Steigerung des Druckes war unzulässig einerseits wegen der Widerstandsfähigkeit des Glasrohres, anderseits wegen des Volums des zum Versuche verwendeten Heliums; bei höheren Drucken könnte nämlich das das Helium abschließende Quecksilber in die mittels Wasserstoff gekühlte Kapillare hineingelangen, und diesen Teil der Röhre durch Erstarren abschließen. Diese Möglichkeit ist aber bei ähnlichen Experimenten stets zu vermeiden.

Nachdem das auf 180 Atm zusammengedrückte Helium bereits die Temperatur des umgebenden Wasserstoffs angenommen hatte, wurde das Gas einer langsamen, oder einer plötzlichen Entspannung bis zum Atmosphärendrucke unterworfen. Der Versuch wurde mehrere Male wiederholt, wobei in der gekühlten Röhre weder eine Flüssigkeit noch eine Spur von Nebel bemerkt werden konnte, welche von einer Verflüssigung des Heliums zeugen würde; es war auch keine Abscheidung irgend eines festen Körpers zu bemerken.

Angesichts der negativen Resultate obiger Versuche können wir wieder die bekannte Formel von Laplace und Poisson in Anwendung bringen, um die wahrscheinliche Temperatur des Heliums während des Entspannens zu berechnen, unter Zugrundenahme von $-259^0 = 14^0$ abs. als Anfangstemperatur und 180 Atm. als Anfangsdruck:

Anfangsdruck	Anfangstemperatur	Entspannung bis	Temperatur sinkt bis
180 Atm.	$-259^0 = 14^0$ abs.	40 Atm.	$-265{\cdot}4^0 = 7{\cdot}6^0$ abs.
„	„	20 „	$-267{\cdot}2^0 = 5{\cdot}8^0$ „
„	„	10 „	$-268{\cdot}6^0 = 4{\cdot}4^0$ „
„	„	5 „	$-269{\cdot}7^0 = 3{\cdot}3^0$ „
„	„	1 „	$-271{\cdot}3^0 = 1{\cdot}7^0$ „

Aus dieser Berechnung geht hervor, daß der Siedepunkt des Heliums wahrscheinlich unterhalb -271^0 liegt, daß er also vom absoluten Nullpunkt um weniger als 2^0 entfernt liegt. Angesichts dieser Resultate können wir heute keine Sicherheit haben, ob es jemals gelingen wird, das Helium in statischem Zustande zu verflüssigen, da die Wahrscheinlichkeit dieser Verflüssigung in dem Maße sich vermindert, als sich seine Siedetemperatur dem absoluten Nullpunkte nähert. Sollte es auch in der Zukunft nicht gelingen, das Helium in flüssigen Zustand zu überführen, dann wird es wahrscheinlich möglich sein, auf einem anderen Wege den Beweis zu liefern, daß das Helium ein permanentes Gas ist, oder aber, daß es ein solches nicht ist. Der Beweis, daß das Helium ein permanentes Gas ist, würde für die Wissenschaft ebenso wichtig sein, als seine eventuelle Verflüssigung.

Krakau, I. chem. Institut der Universität.

---

32. M. K. KOSTANECKI m. t. **O pochodzeniu ciałek biegunowych pierwszego wrzecionka podziału u Myzostoma glabrum.** *(Experimenteller Beitrag zur Feststellung der Herkunft der Centriolen der ersten Furchungsspindel bei Myzostoma glabrum).* (*Etudes expérimentales sur l'origine des centrioles du premier fuseau de segmentation chez Myzostoma glabrum*). (Vorläufige Mitteilung).

Die überwiegende Mehrzahl der Autoren, welche den Befruchtungsprozeß bei verschiedenen Tieren untersucht haben, leitet die Centriolen der ersten Furchungsspindel und ihre Strahlungen aus der Teilung des vom Spermatozoon eingeführten Centriols und seiner Strahlung her. Indessen gibt es auch einige Angaben, welche dieser Regel ihre allgemeine Giltigkeit zu nehmen bestimmt sind. So gilt,

nachdem ähnliche frühere Angaben vorhin widerlegt worden sind, seit dem Jahre 1895, seit der Arbeit Wheelers[1]), das befruchtete Ei von Myzostoma glabrum als Beispiel für die Herkunft der Centrosomen der ersten Furchungsspindel ausschließlich aus der Teilung des Ei-Centrosomas. In einer im Jahre 1897 veröffentlichten Arbeit[2]) habe ich, auf die Untersuchung eines großen Materials fußend, meine Gründe dargelegt, weswegen ich die Ansicht Wheelers nicht teilen kann, daß im befruchteten Ei von Myzostoma glabrum eine Spermastrahlung und ein Spermacentrosoma vollständig fehlen soll und daß die beiden Strahlensysteme der ersten Furchungsspindel samt den beiden Polkörperchen lediglich vom Ei (durch Teilung des nach Ausstoßung des II Richtungskörpers im Ei zurückgebliebenen Centrosoma samt seiner Strahlung) stammen sollen. Fast gleichzeitig mit meiner Arbeit ist eine zweite, ausführlichere Arbeit Wheelers[3]) erschienen; und so konnte naturgemäß weder Wheeler auf meine Einwände eingehen, noch ich seine ausführlichere Darstellung entsprechend berücksichtigen, weswegen in den späteren Abhandlungen über den Befruchtungsprozeß von einigen Autoren die Wheelersche Ansicht als zu Recht bestehend, von anderen als von mir widerlegt hingestellt wird, während andere Forscher wiederum die Herkunft der Centrosomen der ersten Furchungsspindel von Myzostoma glabrum als noch nicht ganz sichergestellt betrachten. Es erschien mir deswegen dringend geboten, durchaus die endgiltige Entscheidung der Frage anzustreben.

Zunächst muß ich betonen, daß ich nach neuerlicher Durchmusterung sowohl der früheren als auch einer ganzen Zahl neuangefertigter Präparate der entsprechenden Stadien von befruchteten Myzostoma-Eiern durchaus die in meiner vorigen Arbeit dargelegten Einwände aufrechterhalten muß; weder die genauere Darstellung Wheelers noch auch seine neuen Figuren, (deren eingehendere Diskussion ich mir für meine ausführlichere Publikation vorbehalten muß), sind meiner Ansicht nach imstande, meine früheren

[1]) The behavior of the centrosomes in the fertilized egg of Myzostoma glabrum. Journal of Morphology X. Nr. 1 January 1895.

[2]) Die Befruchtung des Eies von Myzostoma glabrum. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 51. 1898. Als vorläufige Mitteilung auch im Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie. Juillet 1897.

[3]) The Maturation, Fecundation and Early Cleavage of Myzostoma glabrum. Archives de biologie XV, 1898.

Ausführungen zu entkräften. Die Schwierigkeit der Entscheidung der Frage nach der Herkunft der Centriolen der ersten Furchungsspindel bei Myzostoma beruht darauf, daß der Spermakern in der Tat während seiner Wanderung gegen den Eikern von keiner deutlichen Strahlung begleitet wird, andererseits muß ich die Existenz derselben am Eikern entschieden in Abrede stellen. Es tritt im befruchteten Ei von Myzostoma ein Stadium ein, wo die beiden zu großen Blasen angewachsenen und voneinander bedeutender entfernten Geschlechtskerne nur durch eine gleichmäßig feinkörnige Plasmamasse geschieden sind. Erst nach Annäherung der beiden Geschlechtskerne erscheint plötzlich zwischen ihnen die Strahlenfigur mit Centriolen; dieselbe könnte von zweifacher Herkunft sein: Entweder ist sie die zeitweise unterdrückte Strahlung des Eikerns und sein Centriol, die aber — dies muß betont werden — von neuem in Aktion treten müßten, da ich ihren Fortbestand bis dahin entschieden in Abrede stellen muß, oder aber die Strahlenfigur verdankt ihre Entstehung dem vom Samenfaden eingeführten Centriol, das bis dahin latent geblieben war. Die Verwirklichung der ersten Möglichkeit bei Myzostoma wäre ein Unikum, das bei keinem anderen Tiere ein Analogon findet; zu ihrer Annahme müßten ganz andere unzweideutige Beweise beigebracht werden, als diejenigen, welche uns die Bilder des Befruchtungsvorgangs bei Myzostoma zu bieten imstande sind und welche also Wheeler in seinen Arbeiten liefern konnte.

Alle die Wahrscheinlichkeitsgründe, welche für die Herkunft der Centriolen vom Samenfaden sprechen, habe ich in meiner vorigen Arbeit angeführt, an positiven Tatsachen konnte ich mich nur auf die „ab und zu am Spermakern wahrnehmbare Spur einer Strahlung“ berufen.

Die Wahrnehmung jedoch, daß diese Gründe nicht genügten, um der Behauptung, daß bei Myzostoma die Centriolen der ersten Furchungsspindel vom Eicentriol abstammen, den Boden zu entziehen, veranlaßten mich, neuerlich nach direkten Beweisen für die Herkunft derselben vom Spermacentriol zu suchen, und zwar habe ich es unternommen, das Problem experimentell in Angriff zu nehmen.

Bei Myzostoma bleibt der Spermakern an der Eiperipherie (gewöhnlich am vegetativen Pol) längere Zeit hindurch liegen, quillt dort zu einem größeren Bläschen auf und rückt dann erst plötz-

lich gegen den gleichfalls bläschenförmigen reifen Eikern empor, worauf erst zwischen den Geschlechtskernen eine Strahlung erscheint. Von dieser Tatsache ausgehend, habe ich angenommen, daß, falls die Voraussetzung richtig ist, daß diese Strahlung und ihr Centriol von dem Spermatozoon abstammen, es vielleicht möglich sein wird, das Auftreten der Strahlung am Spermakern hervorzurufen, bevor er sich noch dem Eikern genähert hat, (wodurch alle Zweifel über ihre Herkunft gehoben wären), wenn es gelänge, den Spermakern zu veranlassen, länger an der Peripherie liegen zu bleiben und sein Emporrücken gegen den Eikern zu verzögern.

Die Beobachtung wiederum, daß der Spermakern an der Peripherie solange liegen bleibt, bis die beiden Richtungsmitosen abgelaufen sind und der Eikern zu einem bedeutenderen Bläschen angewachsen ist, wies mich von vorneherein darauf hin, daß eine Verzögerung des Emporrückens des Spermakerns nur durch eine Verzögerung in dem Ablauf der Richtungsmitosen erzielt werden kann.

Zur Verzögerung des Ablaufs der Richtungsmitosen benutzte ich die bekannte Tatsache, daß man die Furchung befruchteter Eier, also die Zellteilung, dadurch verlangsamen kann, daß man die Eier sich in einem Medium entwickeln läßt, dessen Konzentrationsgrad erhöht ist; ich vermutete also, daß die Erhöhung der Konzentration auch auf den Ablauf der Richtungsmitose einen verlangsamenden Einfluß ausüben kann.

Zu letzterem Zwecke habe ich, um möglichst wenig die qualitative Zusammensetzung des Meerwassers zu ändern, abgedampftes Meerwasser benutzt. Ich stellte zunächst eine Reihe von Versuchen an, indem ich das Meerwasser von 1000 ccm. auf 750 ccm. abdampfte und dann diese Lösung in verschiedenen Verhältnissen mit frischem Meerwasser mischte; da aber beim Abdampfen hierbei schon ein bedeutender Niederschlag entstand, so wurde dann das Meerwasser nur noch von 1000 auf 800 ccm abgedampft; die hiebei infolge der Entfernung der Kohlensäure beim Kochen gefällten Salze lösten sich bei längerem Durchleiten des Luftstroms wieder vollständig auf. Bei der einen, wie bei der anderen Versuchsreihe waren die Resultate ähnlich, wenn die aus der Mischung mit frischem Meerwasser resultierende Konzentration eine ähnliche war. Es erwies sich am zweckmäßigsten, das abgedampfte Meerwasser zur Hälfte mit frischem zu mischen, denn dadurch wurde bereits eine be-

deutendere Verzögerung in der Ausstoßung der Richtungskörper und sodann in der Teilung des Eis in zwei Blastomeren erzielt, aber sonst keine weitere Störung in der Ausstoßung der Richtungskörper hervorgerufen. Die Teilung des Eis in zwei Blastomeren, welche in gewöhnlichem Meerwasser in 1 Stunde 25—35 Minuten erfolgt, trat hier erst in 1 Stunde 50 Minuten bis 2 Stunden ein. Je mehr das abgedampfte Meerwasser durch Zusatz von frischem verdünnt wurde, desto weniger verzögerte sich die Richtungs- und Furchungsmitose, bei höherer Konzentration dagegen wurde die Tätigkeit der Eizelle in zu hohem Grade angegriffen; es wurde nur der erste Richtungskörper gebildet, die Ausstoßung des zweiten trat nicht ein. Bei noch stärkerer Lösung blieb die Ausstoßung der Richtungskörper überhaupt aus, was an den Schnittpräparaten das Auftreten von abnormen, bisweilen komplizierten Teilungsbildern zur Folge hatte.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, daß die Teilung des befruchteten Eis in dem Meerwasser, welches zur Hälfte mit abgedampftem verdünnt war, nach ungefähr 1 Stunde 50 Minuten erfolgt, habe ich eine ganze Reihe von Versuchen angestellt und in verschiedenen Zeitabständen die vorangehenden Stadien von 1 Stunde 20 Min. bis zu 1 Stunde 40 Min. fixiert. Die Untersuchung einer sehr großen Zahl von Schnitten ergab das erwartete Resultat: An dem Spermakern, welcher infolge der langsamer erfolgenden Ausstoßung der Richtungskörper längere Zeit hindurch am vegetativen Pol oder an der Zellperipherie, also in weiter Entfernung von dem Eikern, verblieb, sah ich Strahlungen mit deutlichen Centriolen. An den Präparaten war entweder eine Strahlung mit einem oder zwei Centrosomen zu sehen, oder aber zwei mehr oder weniger voneinander entfernte Strahlungen, über deren Zugehörigkeit zum Spermakern kein Zweifel überhaupt möglich war. Der Eikern war stets von einer gleichförmig feinkörnigen Plasmamasse umgeben, verhielt sich also genau ebenso, wie ich es stets auch bei den in gewöhnlichem Meerwasser sich entwickelnden befruchteten Eiern an meinen Präparaten gesehen habe. Die Lage der einfachen, oder der doppelten Strahlung im Verhältnis zum Spermakern war eine sehr verschiedene: Entweder gingen die Strahlungen dem Spermakern voran, oder sie lagen seitlich von ihm, oder sie faßten den Spermakern so zwischen sich, daß die eine Strahlung ihm voranging, die andere ihm nachfolgte, oder aber die einfache oder doppelte Strah-

lung lag vollständig hinter dem Spermakern, wodurch sie noch prägnanter ihren Ursprung dokumentierte. Ich habe derartige Figuren nicht etwa nur ab und zu, sondern in großer Anzahl angetroffen und werde eine Auswahl derselben in meiner ausführlicheren Publikation wiedergeben, und zwar ausschließlich Bilder, wo auf einem Schnitt die beiden ausgestoßenen Richtungskörper, dann der Eikern und dann der Spermakern mit seiner Strahlung zu sehen sind. Die Bilder der weiteren Stadien sind natürlich für die Herkunft der Centriolen nicht mehr entscheidend; wenn sich die Geschlechtskerne einander genähert und die Strahlungen ihre Lage zwischen denselben eingenommen haben, hat man ganz dasselbe typische Bild, wie bei den unter gewöhnlichen Verhältnissen sich entwickelnden Eiern; auch die weitere Entwicklung geht in ganz normaler Weise, nur in langsamerem Tempo vor sich. Ich habe bei einigen Versuchen die Eier sich mehrere Tage in dem Meerwasser von höherer Konzentration entwickeln lassen; es bildeten sich vollkommen normale, typische Embryonen. Die Erhöhung der Konzentration (wie oben gesagt, bis zu einem gewissen Grade) übte also keinen schädlichen Einfluß auf die Entwicklungsfähigkeit des Eis, keinen störenden Einfluß auf die Ausbildung der typischen Furchungsspindel, ebenso wenig auf die Richtungsmitose aus, mit der einzigen Ausnahme, daß sie das Tempo der Entwicklung der Teilungsfiguren verlangsamte. Dadurch aber, daß diese Verlangsamung sich schon bei der Richtungsmitose geltend machte, erreichte man eben das Auftreten der Strahlung am Spermakern, als er noch in weiterer Entfernung vom Eikern lag.

Wenn ich die Ergebnisse dieser Versuche mit dem in gewöhnlichem Meerwasser stattfindenden Befruchtungsvorgang vergleiche, so ergibt sich meiner Ansicht nach nur der Schluß, daß auch bei der gewöhnlichen Befruchtung des Eis von Myzostoma die Centriolen der ersten Furchungsspindel vom Spermatozoon abstammen, daß sich dies aber nur deswegen nicht feststellen läßt, weil die Strahlung erst dann auftritt, wenn sich die Geschlechtskerne bereits bedeutend genähert haben.

.3 M. H. HOYER m c. **Badania nad układem limfatycznym kijanek. Część I.** (***Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem der Froschlarven. I. Teil***). (*Recherches sur le système lymphatique des têtards des grenouilles. I partie*).

Über die Lymphgefäße der Froschlarven liegen verhältnismäßig nur spärliche Angaben in der Literatur vor. Am längsten und am besten bekannt sind die Lymphgefäße im freien Flossensaum des Schwanzes der Larven, weniger genau die Lymphgefäße des Kopfes, dagegen fehlen, abgesehen von einigen Mitteilungen über die Lymphgefäße der Eingeweide, jegliche Angaben über die Verteilung der Lymphgefäße am Rumpfe und über die Beziehungen derselben zu denen des Kopfes und des Schwanzes.

In der vorliegenden Arbeit ist der Verf. bestrebt, diese Lücke auszufüllen und zugleich einen Überblick über die Verteilung der Lymphgefäße in Froschlarven überhaupt zu geben, so weit dies ihm seine bisherigen Untersuchungen ermöglichten.

Als Material dienten dem Verf. vornehmlich Larven von Rana temporaria. Zum Vergleich wurden überdies noch Larven von R. esculenta, Bufo viridis, Hyla arborea und Pelobates fuscus hinzugezogen. Hinsichtlich der Methode der Untersuchung sei hier nur bemerkt, daß dieselbe im wesentlichen in der Injektion der Lymphgefäße bestand. Kontrolliert und vervollständigt wurden die Untersuchungen noch durch Betrachtung von lebenden Tieren und von Serienschnitten. Bezüglich der eingehenden Beschreibung des Injektionsverfahrens verweise ich auf meine ausführliche Arbeit.

Um dem Vorwurf von vornherein zu begegnen, daß bei meinen Untersuchungen eine Verwechslung mit Blutgefäßen vorliegt, sei hier sogleich bemerkt, daß bei den Tieren, die durch Kokain oder Alkohol betäubt waren und denen dann die Lymphgefäße injiziert worden sind, die Zirkulation des Blutes in den Blutgefäßen oft noch deutlich sichtbar ist. Auch ist es mir gelungen, die Blut- und Lymphgefäße mit verschiedenen Massen zu füllen. Als ein weiterer Beweis für die Existenz der Lymphgefäße wäre anzuführen, daß dieselben mit den noch pulsierenden Lymphherzen in unmittelbarer Verbindung stehen. Letztere lassen sich von den ersteren aus leicht mit Injektionsmasse füllen und ferner bewegen sich fein verteilte körnige Farbstoffe, welche nur in geringer Menge in die Lymphbahnen eingeführt worden sind, wie wir unten noch genauer

beschreiben werden, in der Richtung der Lymphherzen, passieren dieselben und dringen endlich in das Blutherz. Schließlich wäre noch die von den Blutgefäßen abweichende Anordnung, Form und Struktur der Lymphgefäße zu erwähnen, welche durchaus etwas Eigentümliches und Charakteristisches besitzt. Klappen sind an den Lymphgefäßen außer an den Lymphherzen bei Larven nicht vorhanden, was für die Untersuchung mittelst Injektionen sehr günstig ist.

Fig. 1.

Bei gut gelungener Injektion sieht man auf der Dorsalseite des Rumpfes der Larven vom Schwanz bis an die hintere Wand der Ohrblasen zwei Gefäßstämme verlaufen, welche durch ihre Mächtigkeit auffallen (Fig. 1)[1]. Die Gefäße liegen symmetrisch zu beiden Seiten der Rumpfmyomeren zwischen Haut und Peritoneum in das Gallertgewebe eingebettet. Sie nehmen ihren Anfang am Schwanzansatz über der Kloake, indem sich das später zu erwähnende. auf der ventralen Seite des Schwanzes verlaufende Lymphgefäß in zwei Äste teilt. welche weiterhin in die oben beschriebenen Rumpfgefäße übergehen. Von der Seite betrachtet (Fig. 2). beschreiben die beiden Gefäße entsprechend der Rundung des Abdomens einen ventral und nach unten offenen Bogen. Auf Querschnitten durch den Rumpf der Larven erkennt man die Gefäße als große scharf umgrenzte Lücken zu beiden Seiten der Wirbelsäule. Während das Hinterende dieser beiden Stämme stets unter dem gleichen Bilde erscheint. verhält sich ihr Vorderende verschieden. Entweder biegt der Stamm lateralwärts um und verläuft an den Seiten des Körpers auf die Ventralseite

[1]) Die 3 Figuren stellen eine Larve von Rana temporaria von 26 mm Länge dar, und zwar Fig. 1 in dorsaler, Fig. 2 in seitlicher und Fig. 3 in ventraler Ansicht. Die einzelnen Bilder sind aus mehreren Zeichnungen kombiniert.

des Kopfes, oder derselbe endigt gleichsam blind, indem derselbe in das vor seinem Ende liegende Lymphherz einmündet. Im letzteren Falle zweigt sich von dem Stamme kurz vor seinem Ende ein starker Ast ab, welcher weiterhin in der eben angegebenen Richtung verläuft. Kurz bevor im ersten Falle der Lymphstamm sich lateralwärts wendet, ist an demselben eine Einschnürung bemerkbar und um dieselbe herum ein bläschenförmiger, mit Injektionsmasse meist ausgefüllter Raum. Es ist dies das vordere Lymphherz. Während dasselbe in diesen Fällen also dem Lymphstamm seitlich aufsitzt, liegt dasselbe in dem zweiten Falle vor dem Ende des Stammes und steht mit demselben durch ein kurzes enges Gefäß in Verbindung. Injiziert man die beiden Lymphstämme von den Lymphgefäßen des Schwanzes, so füllen sich dieselben in der oben angegebenen Richtung bis zur Ventralseite des Kopfes, ohne eine Unterbrechung zu erfahren. Tatsächlich findet jedoch an den vorderen Lymphherzen eine Unterbrechung des Lymphstromes statt, indem die aus dem hinteren Abschnitt des Körpers stammende Lymphe nur bis zu den vorderen Lymphherzen und nicht über diese hinaus strömt und die vom Kopfe sich sammelnde Lymphe durch jene seitlichen Lymphgefäße in entgegengesetzter Richtung den Lymphherzen zugeführt wird. Man kann sich hiervon sehr leicht in der Weise überzeugen, daß man einen fein zerriebenen, körnigen, gut sichtbaren Farbstoff den leicht betäubten Tieren in verschiedene Lymphgefäße in geringer Menge einführt und dann die Bewegung der Farbstoffpartikel direkt unter dem Mikroskope verfolgt. Wurde der Farbstoff in die Lymphgefäße des Schwanzes eingeführt, dann bewegt sich derselbe durch die thorakalen Stämme bis zu den vorderen Lymphherzen. Wird der Farbstoff in die Kopfgefäße eingeführt, dann bewegt sich der-

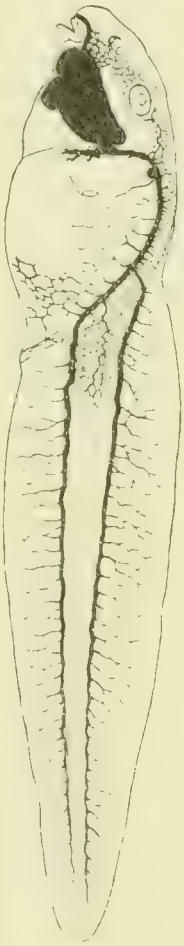


Fig. 2

selbe ebenfalls den Lymphherzen zu. Die Lymphe fließt somit aus entgegengesetzten Richtungen den vorderen Lymphherzen zu. Der Lymphstrom ist also an den Herzen unterbrochen, obwohl die Gefäße ohne eine merkliche Unterbrechung ineinander übergehen.

In die beiden thorakalen Stämme münden sämtliche Lymphgefäße des Rumpfes und des Schwanzes. Die Lymphgefäße des Kopfes wollen wir später gesondert betrachten.

In dem medialen Raume, welcher zwischen den beiden Hauptstämmen liegt und sich über die Rumpfmyomeren und das Rückenmark erstreckt, breitet sich ein Netzwerk von sehr feinen Lymphgefäßen aus, welche einerseits bis an die Haut heranreichen und andererseits sich zwischen den Myomeren in die Tiefe senken. Durch zahlreiche feine Äste tritt dieses Netz mit den Hauptstämmen in Verbindung. Fig. 1.

Ferner breitet sich in den Wänden des Abdomens eine Reihe von Lymphgefäßen aus, welche in ziemlich gleichen Abständen voneinander gelagert sind und in den rechten resp. linken Hauptstamm einmünden. Das erste Gefäß ist vom Kopf aus gerechnet, das stärkste und längste, während die übrigen dünner und kürzer sind. In ihren proximalen Abschnitten stehen die Gefäße durch Anastomosen miteinander in Verbindung. Die letzten Gefäße in der Nähe des Schwanzansatzes und der Kloake bilden bereits frühzeitig ein Netz von relativ großen Gefäßen und großen Maschen. Von diesem Netze gehen weiterhin Gefäße zum Kloakenrohre und eventuell zu den hinteren Extremitäten ab. Fig. 2 und 3.

Weiterhin münden in die Hauptstämme die Lymphgefäße des Schwanzes. Diese sind am längsten bekannt und bereits vielfach untersucht worden. Bereits im Jahre 1846 sind sie von v. Kölliker gesehen, abgebildet und als Lymphgefäße beschrieben worden. Von His, Hensen und v. Recklinghausen werden dieselben als solche anerkannt. Teichmann bezweifelt die Angaben v. Köllikers. Langer hat die Lymphgefäße des Schwanzes bereits durch Injektion dargestellt und ihren Verlauf ausführlich beschrieben. Auch Goette erwähnt diese Gefäße. Wysocki hält sie für Sprossen sich bildender Blutkapillaren und Mayer beschreibt im Schwanze der Froschlarven „blutleere Gefäße", die weder mit Lymphgefäßen noch mit sprossenden Blutkapillaren etwas zu tun hätten.

Die größten Lymphgefäße des Schwanzes (Fig. 2) verlaufen

von der Schwanzspitze bis zum Schwanzansatz auf der dorsalen und ventralen Kante der Myomeren. Dieselben werden von v. Kölliker und Langer nur kurz erwähnt und von dem ersteren Vasa lymphatica caudalia benannt. Das dorsale Gefäß senkt sich etwas tiefer zwischen die Muskelplatten ein, während das ventrale oberflächlicher verläuft. Über dem letzteren liegt zwischen den Muskelplatten die Caudalvene und noch tiefer, fast unmittelbar unter der Chorda, die Caudalarterie. Am Schwanzansatz besitzen die beiden caudalen Lymphgefäße die gleiche Dicke und verjüngen sich in dem Maße, als sie sich der Schwanzspitze nähern. Ihre äußersten Enden laufen als sehr feine Gefäße der Chorda parallel geradlinig aus, ohne miteinander in Kommunikation zu treten. Die proximalen Enden der Caudalgefäße teilen sich in zwei gleich starke Äste, welche in die Hauptstämme einmünden. Die Teilung des ventralen Gefäßes findet über dem Kloakenrohre statt, der rechte Ast geht, wie oben erwähnt, in den rechten, der linke in den linken Hauptstamm unmittelbar über. Das dorsale Caudalgegefäß gabelt sich etwa über der Mitte des Abdomens und vereinigt sich mit den Hauptstämmen, indem seine Äste über die Kanten der Myomeren bogenförmig nach vorne verlaufen.

In die Caudalgefäße münden nun zahlreiche von dem freien Flossensaum kommende Lymphgefäße ein. Es sind dies eben diejenigen Gefäße, welche am längsten bekannt und besonders hinsichtlich ihres Baues am häufigsten untersucht worden sind. Sie stellen sich insgesamt als Endäste dar, indem ihre distalen Abschnitte, ohne miteinander zu anastomosieren, unter Verzweigung in feine Spitzen auslaufen. Wie Langer richtig beschreibt, verästeln sich diese Endgefäße dendritisch in der Weise, daß alle Nebenäste in einer Ebene, und zwar in der Ebene des freien Flossensaumes liegen. Doch kann ich Langer nicht vollständig beistimmen, wenn er behauptet, daß die Endäste miteinander anastomosieren und sich in Kapillaren auflösen, die ebenfalls wieder durch Anastomosen zusammentreten. Anastomosen kommen in den Larven mittlerer Größe nur an den proximalen Abschnitten der Endzweige vor, an den distalen fehlen sie gänzlich, oder sie sind, wie bereits v. Kölliker hervorhebt, sehr selten. An den großen Larven von Pelobates, welche Langer vornehmlich untersucht hat, bilden sich allerdings in dem freien Flossensaum Gefäßnetze aus, welche fast bis an den Rand des Saumes reichen. Die Endgefäße

sind folgendermaßen angeordnet: In der Mitte des Schwanzes, wo der freie Flossensaum am breitesten ist, nehmen sie fast die ganze Breite desselben ein und bilden mit dem caudalen Lymphgefäß, in welches sie einmünden, einen nahezu rechten Winkel. Im Gebiete des Schwanzansatzes, wo der Flossensaum schmäler wird, sind die Endgefäße ebenfalls kürzer. Ebenso verkürzen sie sich gegen das Ende des Schwanzes zu, wobei sie sich zugleich gegen die Schwanzspitze hin neigen, d. h. mit dem Caudalgefäß einen nach hinten zu offenen, spitzen Winkel bilden.

Das Aussehen der Endäste ist außerordentlich charakteristisch. Sie gleichen kleinen, sehr knorrigen Bäumchen. Von den Wänden laufen nach v. Kölliker kurze Fortsätze aus, welche dem Gefäß ein zackiges Aussehen verleihen. Goette deutet die Fortsätze als kurze feine Gefäße, welche in die größeren Gefäße einmünden. Ich stimme hierin Goette vollständig bei. Bei den Injektionen erhält man überdies Bilder, die der Wirklichkeit nicht ganz entsprechen: längs der Stämmchen und ihrer Verzweigungen treten nämlich dicht gedrängte kleine Extravasate auf, welche denselben ein unebenes, höckeriges Aussehen verleihen, ähnlich einem mit Moos bewachsenen Zweige. Daß es sich hier um Kunstprodukte handelt, ist daraus zu ersehen, daß die Gefäße bei sehr schwachem Injektionsdrucke oder an Stellen, welche dem Injektionspunkte ferner liegen, durchaus glattwandig sind. Auf Grund dieser Bilder läßt sich jedoch der Schluß ziehen, daß die Wandungen der Lymphgefäße außerordentlich zart und durchlässig sind, denn an Blutgefäßen, welche unter dem gleichen oder unter noch stärkerem Druck injiziert werden, treten niemals Extravasate auf. Auf den histologischen Bau der Lymphgefäße gehe ich einstweilen nicht weiter ein, weil ich denselben im Zusammenhang mit der Entwickelung der Lymphgefäße demnächst darzustellen gedenke.

Außer vom Flossensaum entspringen kurze, wenig verästelte Lymphgefäße in dem Raume zwischen den Muskelplatten des Schwanzes, und zwar auf der dorsalen Seite aus der Gegend des Rückenmarkes, auf der ventralen in der Nähe der Chorda. Diese Gefäße münden in das dorsale resp. in das ventrale Caudalgefäß ein. Überdies bildet sich im Laufe der Entwickelung der Larven jederseits auf den Muskelplatten ein feines Netz von Lymphgefäßen aus, welches mit dem thorakalen Hauptstamm der betreffenden Seite, sowie mit den caudalen Lymphgefäßen in Verbindung steht. Das-

selbe ist bisher nur von Langer beobachtet und bezüglich seines Verhaltens sehr treffend beschrieben worden. Bei jüngeren Larven läßt sich das Netz nur auf dem proximalen Abschnitt des Schwanzes darstellen, erst bei älteren Larven oder bei den großen Larven von Pelobates breitet es sich auch auf den distalen Abschnitt aus. Die feinen Lymphgefäße bilden ein Netzwerk von größeren oder kleineren Maschen und setzen sich, was das Charakteristische ist, überdies in kurze, blind endigende Ausläufer fort, welche sich als nicht geschlossene Maschen oder Reifen, wie sich Langer ausdrückt, darstellen. Diese Ausläufer liegen entweder in der Ebene des Netzes oder sie treten aus der Ebene gegen die Haut oder gegen die Muskelplatten heraus. Während dieses Lymphgefäßnetz bei jüngeren Larven, soweit es darstellbar ist, ziemlich gleichmäßig ist, bildet sich während der späteren Entwickelung am Schwanzansatz in der Höhe der Chorda jederseits ein größeres Gefäßstämmchen heraus, in welches der größte Teil der Gefäße des Netzes zusammenfließt. (Fig. 2.) Das Stämmchen, welches ich als Vas lymphaticum caudale laterale bezeichnen möchte, erstreckt sich über 5—7 Myomeren, löst sich an seinem distalen Ende in die Gefäße des Netzes auf und mündet proximal jederseits in den thorakalen Hauptstamm ein. Das Gefäß ist deswegen bemerkenswert, weil, wie wir später sehen werden, die hinteren Lymphherzen zu demselben in Beziehung treten

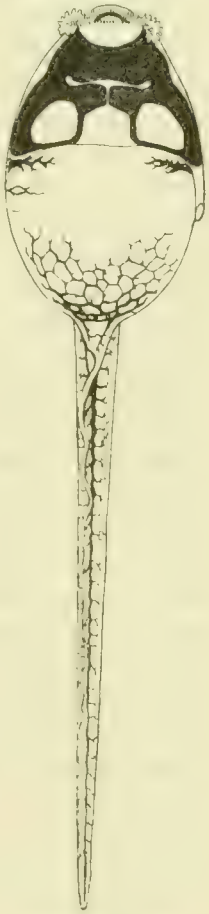


Fig. 3

Gehen wir nunmehr zu der Verteilung der Lymphgefäße am Kopf der Froschlarven über und betrachten wir zunächst die Lymphgefäße der Dorsalseite und dann diejenigen der Ventralseite.

Über dem Gehirn breitet sich ein feines Netz von Lymphgefäßen aus, welches mit dem bereits erwähnten medialen Netz über dem Rückenmark in unmittelbarer Verbindung steht. Dasselbe

entfaltet sich vorzugsweise in einer Ebene, parallel zur Oberfläche der Haut, entsendet jedoch ebenso wie das Netz über den Muskelplatten des Schwanzes noch kurze, feine, blind endigende Zweige, welche senkrecht zur Haut aufsteigen oder sich in die Tiefe senken. Die Gefäße dieses Netzes münden teils in die beiden thorakalen Hauptstämme, teils in den von der Ventralseite aufsteigenden Kopfast ein. (Fig. 3). Im Anschluß an das Gefäßnetz des Kopfes bildet sich etwas mehr lateralwärts ein Stämmchen heraus, welches zum Auge zieht, den Rand der Orbita mit einen Kranze von Gefäßen umgibt und sich nach dem Munde zu fortsetzt. Die Lymphe dieses Gefäßbezirkes findet ihren Abfluß in den aufsteigenden Kopfast und, sobald die Gefäße nach vorne zu mit denjenigen des Mundes in Verbindung getreten sind, in diese letzteren. Es ist wahrscheinlich, daß Jourdain das Lymphgefäßnetz auf der Dorsalseite des Kopfes vor Augen hatte, wenn er behauptet, daß die oberflächlichen Lymphgefäße der fußlosen Larven ein Netz wie in der Haut der Fische und Urodelen bilden.

Auf der Ventralseite des Kopfes finden wir bei mittelgroßen Larven, die wir hier betrachten, ganz andere Verhältnisse bezüglich des Lymphgefäßsystems als in anderen Körperteilen. Von Lymphgefäßen im eigentlichen Sinne des Wortes ist hier nicht die Rede, sondern von Lymphräumen oder Lymphsäcken. Diese nehmen fast den ganzen Raum zwischen dem Munde einerseits und dem Herzen andererseits ein und breiten sich überdies noch über die seitlichen Ränder des Kopfes aus. Daß diese Räume jedoch aus Lymphgefäßen hervorgehen, und zwar aus den bereits erwähnten, welche seitlich am Körper zu den vorderen Lymphherzen aufsteigen, lehrt die Entwickelung der Räume. Bei ganz jungen Larven, bei denen die äußeren Kiemen zu schwinden beginnen, oder auch bei mittleren Larven von Pelobates bestehen in jener Gegend noch Gefäße, allerdings bereits von beträchtlicher Weite; dieselben breiten sich sehr bald noch bedeutender aus und erreichen eine Ausdehnung, wie wir sie bei unseren mittelgroßen Larven finden.

Auf Fig. 2 sehen wir, daß der kurze, vor dem vorderen Lymphherzen liegende Kopfstamm plötzlich in einen weiten Raum übergeht, welcher in Form eines Dreiecks mit abgerundeten Winkeln die Seitenteile des Kopfes einnimmt. Es ist dies keineswegs ein glattwandiger, scharf begrenzter Raum, wie man bei oberflächlicher Betrachtung glauben möchte, vielmehr gehen von demselben zahl-

reiche feine Lymphgefäße ab, welche diesem Raume die Lymphe aus der Umgebung zuführen. Dieser Raum steht noch mit folgenden weiteren Lymphräumen in breiter Kommunikation: erstens mit einem Sacke, welcher jederseits zwischen dem Herzen und einer Scheidewand liegt — diese letztere zieht sich zwischen den in früheren Stadien bestehenden Saugnäpfen hin — zweitens mit dem zwischen dieser Scheidewand und dem Munde gelegenen unpaarigen Sacke und schließlich mit dem Gefäße, welches den Mund umgibt.

Die Anordnung dieser Räume ist am besten auf Fig. 3 zu sehen, welche die Ventralansicht einer Froschlarve darstellt. Unmittelbar vor dem Herzen besteht eine sagittale Scheidewand, welche den rechten Lymphsack vom linken trennt. Gegen den Mund zu teilt sich die Scheidewand in 2 Schenkel, welche zu 2 symmetrisch gelegenen Punkten sich erstrecken. Die Punkte entsprechen den ursprünglich an diesen Stellen sich befindenden Saugnäpfen, welche während der späteren Entwickelung verschwinden und äußerlich nur durch eine seichte Einziehung der Haut markiert werden. Nach hinten zu setzen sich die Säcke in 2 seitlich flach gedrückte Gefäße fort, welche in sagittaler Richtung zwischen dem Herzbeutel und den Kiemensäcken bis zur vorderen Wand des Abdomens verlaufen. Alsdann biegen sie lateralwärts um, umkreisen oberflächlich die betreffenden Kiemensäcke und vereinigen sich schließlich mit den an den Seiten des Kopfes gelegenen einheitlichen Lymphräumen. Jeder Kiemensack wird also auf seiner ventralen Seite von einem ungefähr ringförmigen Lymphgefäß umgeben.

Der zweite oben angeführte Sack, welcher mit dem seitlichen Lymphraum kommuniziert, liegt vor den paarigen als einheitlicher, unpaariger Sack. Derselbe wird hinten durch die erwähnte Scheidewand begrenzt und nach vorn dehnt er sich bis fast an den Mund aus, woselbst ein halbmondförmiger Raum frei bleibt.

Aus dem vorderen Winkel des seitlichen Lymphraums des Kopfes geht schließlich ein Gefäß hervor, welches die Mundöffnung umkreist und auf der Dorsalseite mit dem dorsalen Lymphgefäßnetz des Kopfes in Verbindung tritt.

Nach Jourdain wird die Mundöffnung von einem großen Lymphgefäß umgeben, welches sich auf der ventralen Seite in der Medianlinie zu einem Sinus, dem späteren Kehlsack erweitert. Wie wir sehen, stimmen meine Beobachtungen mit der Beschreibung Jourdains ziemlich überein. Die Unterschiede sind wahrscheinlich

darauf zurückzuführen, daß Jourdain ältere Larven untersucht hat. Zum Schluß sei noch ein Gefäß erwähnt, welches sich bereits ziemlich frühzeitig entwickelt. Dasselbe zweigt sich von dem aufsteigenden Kopfast ab, geht aber nicht auf den Kopf, sondern auf das Abdomen über. Wie aus Fig. 1 und 2 zu ersehen ist, zweigt es sich fast an derselben Stelle ab, wo das aufsteigende Kopfgefäß sich zu dem großen seitlichen Lymphraum des Kopfes erweitert. Es verläuft als ansehnliches, breites Gefäß auf dem Abdomen unmittelbar hinter der Vorderwand desselben abwärts und gibt zahlreiche feine Seitenzweige ab. Welche Bedeutung diesem Gefäß zukommt, kann ich einstweilen noch nicht mit Bestimmtheit angeben, vermute jedoch, daß dasselbe später die thorakale Abteilung des abdominalen Lymphsackes bildet.

Die Untersuchung der Lymphgefäße der Bauchorgane sowie deren Beziehungen zu den oben beschriebenen Lymphstämmen verschiebe ich auf später, da mir bisher kein geeignetes Material zur Verfügung stand.

Lymphherzen. Die vorderen Lymphherzen sind, wie aus den Untersuchungen einer Schülerin von mir hervorgeht und wie ich mich nachträglich auch an Froschlarven überzeugt habe, jederseits in der Einzahl vorhanden. Dieselben entwickeln sich nicht, wie Jourdain angibt, erst wenn der Schultergürtel vorhanden ist, sondern bereits sehr frühzeitig, und zwar sobald die äußeren Kiemen schwinden. Bei lebenden 11 mm langen Larven, bei denen die äußeren Kiemen entweder noch auf beiden Seiten oder nur auf einer Seite vorhanden sind, läßt sich noch keine Pulsation, welche sich durch Zuckungen der Haut in der betreffenden Körpergegend bemerkbar macht, feststellen. Bei $12^1/_2$ mm langen Larven dagegen, welche die äußeren Kiemen bereits verloren haben, ist eine Pulsation beiderseits deutlich sichtbar. Hinsichtlich der Lage der vorderen Lymphherzen ist bereits erwähnt worden, daß dieselben im Anschluß an die beiden thorakalen Lymphstämme unmittelbar hinter der Ohrblase gelegen sind und sich dicht an die thorakalen Myomeren anlehnen. Wie die Stämme, so liegen auch die Herzen zwischen der äußeren Haut und dem Peritoneum in Form von kleinen rundlichen Bläschen, welche sich von dem umliegenden Gewebe nur wenig abheben. Erst wenn Injektionsmasse in dieselben eingedrungen ist, werden sie deutlich sichtbar. Das Verhältnis der thorakalen Lymphstämme zu den Lympherzen ist

bereits oben geschildert worden. Hier wären noch die Beziehungen der Herzen zum Blutgefäßsystem klar zu legen. An der ventralen Kante der Myomeren verläuft jederseits eine kleine Vene nach vorne und mündet in den jederseitigen Ductus Cuvieri ein. Es ist dies die embryonale Vena vertebralis. Dieselbe liegt den Lympherzen von der medialen Seite an und in diese ergießt sich auch der Inhalt der Herzen. An der Einmündungsstelle befindet sich eine Klappe, welche das Einströmen von Blut nach dem Herzen verhindert. Bei der Injektion der Venen dringt die Injektionsmasse niemals in die Lymphherzen ein, dagegen läßt sich bei Injektion der Lymphgefäße ein Übertritt der Masse durch die Lymphherzen in das Blutherz stets feststellen.

Die hinteren Lymphherzen entwickeln sich, der Ansicht von Jourdain entgegen, viel später als die vorderen, und zwar sobald sich die hinteren Extremitäten anlegen. Meistens sind jederseits 3 Herzen vorhanden, welche am Schwanzansatz in der Höhe der Chorda in einer Reihe ziemlich dicht hintereinander liegen. Am lebenden Tiere heben sich die Herzen durch ihre rötliche Farbe von dem gelblichen Untergrund der Myomeren sichtbar ab und lassen eine deutliche Pulsation erkennen, welche bereits von Weliky beobachtet worden ist. Sie haben die Form von kleinen runden Bläschen, sind aber von sehr verschiedener Größe. Wie oben beschrieben worden ist, breitet sich auf den Myomeren am Schwanzansatz ein Netzwerk von feinen Lymphgefäßen aus, unter denen sich im weiteren Verlaufe der Entwickelung ein größeres Stämmchen ausbildet. Die Lymphherzen liegen nun diesem Stämmchen an und ferner noch einer Vene, welche dieselbe Lage und Verlaufsrichtung einnimmt wie jenes Lymphstämmchen. Während dieses ohne vorherige Injektion nicht sichtbar ist, tritt die Vene infolge ihres Reichtums an Pigmentzellen meist sehr deutlich zu tage. Die Vene ergießt sich in die Vena renalis advehens und stellt die embryonale Vena ischiadica dar. Hiermit stimmen auch meine Befunde an erwachsenen Fröschen überein. In meiner Mitteilung über die hinteren Lymphherzen der Frösche habe ich bereits hervorgehoben, daß die Lymphherzen nicht in die Vena transversa, sondern in die V. ischiadica einmünden. Auch an der Ausmündung jeder dieser Herzen befindet sich eine Klappe, welche den Rückfluß der Lymphe und das Eindringen von Blut resp. Injektionsmasse in die Herzen verhindert.

Über die Verteilung der Lymphgefäße bei Embryonen von Wirbeltieren sind unsere Kenntnisse noch sehr lückenhaft. Es liegen nur die Arbeiten von Budge und Sala für das Hühnchen und von Sabin für Schweinsembryonen vor. Stellen wir jedoch die Ergebnisse dieser Autoren und unsere an Froschlarven gesammelten Erfahrungen mit dem zusammen, was über die Verteilung der Lymphgefäße bei den Wirbeltieren überhaupt bekannt ist, so läßt sich schon jetzt die Vermutung aussprechen, daß die Anlage der Lymphgefäße bei allen Wirbeltieren eine paarige und symmetrische ist. Die ersten im embryonalen Körper auftretenden Lymphstämme scheinen nämlich in ganz ähnlicher Weise angeordnet zu sein wie die ersten Venenstämme. Den Venae cardinales anteriores würden zwei am Kopfe und Halse verlaufende Lymphstämme, die ich Ductus cephalici nennen möchte, entsprechen und den Venae cardinales posteriores zwei Ductus thoracici. Der lymphatische Kopf- und Rumpfstamm vereinigt sich auf jeder Seite des Körpers und mündet in eine Vene, welche zum Gebiete der Ductus Cuvieri gehört. Bei fortschreitender Entwickelung bilden sich dann im Verlaufe der Lymphstämme Anastomosen zwischen dem rechten und linken Stamme aus. Die Lymphe kann aus dem einen Stamme in den anderen übergeleitet werden. Infolgedessen verlieren gewisse Abschnitte der Stämme oder sogar ein ganzer Stamm an Bedeutung und bildet sich zurück. Dadurch entsteht die Asymmetrie der Lage, wie wir eine solche auch im Venensystem beobachten.

Eine paarige Anordnung der Hauptstämme ist bei erwachsenen Tieren auch bereits beschrieben worden, und zwar entweder als konstante Erscheinung oder als Anomalie. Nach meiner Auffassung würde es sich in diesen beiden Fällen nur um die Persistenz der doppelten Anlage handeln.

Betrachten wir nunmehr die Fälle, in denen die paarige Anlage der Hauptlymphstämme festgestellt worden ist. Bei Fischen beschreiben die älteren Autoren in der Scapularregion jederseits einen Lymphsinus, in welchen vom Thorax und vom Kopfe Lymphstämme einmünden. Es sind entweder paarige thorakale Stämme oder ein unpaariger vorhanden, welch letzterer sich dann vorn in 2 Schenkel spaltet. Der Lymphsinus jeder Seite mündet in einen Venenstamm ein. Neuerdings beschreibt Jossifov die Kopfsinusse

bei Muraeniden, welche die beiden Hauptstämme des Rumpfes aufnehmen und den Venae jugulares zuführen.

Bei Urodelen existiert nach Panizza ein Ductus thoracicus, welcher sich in der Nähe des Herzens in 2 Äste spaltet, auf dieser Strecke noch Lymphgefäße des Kopfes und des Halses aufnimmt und in die jederseitige V. subclavia einmündet. Die Bifurkation des D. thoracicus deutet hier auf eine paarige Anlage desselben hin, im übrigen dürfte bei Urodelen die Anordnung der Lymphgefäße durch das Auftreten der zahlreichen Lymphherzen, welche eine unmittelbare Verbindung zwischen Lymph- und Blutgefäßsystem herstellen, eine ziemlich weitgehende Veränderung erfahren. Dasselbe ist auch bei Anuren der Fall, bei denen, soweit meine Erfahrungen reichen, die ursprüngliche Anordnung der Lymphgefäße durch die Entwickelung der hinteren Lymphherzen und der Lymphsäcke des Körpers von Grund aus umgeändert wird, indem die Ductus cephalici und die D. thoracici (wie ich die beiden Hauptstämme des Rumpfes jetzt schon nennen kann) verschwinden und statt deren nur die Verbindung der Lymphsäcke mit den Lymphherzen resp. den Venen übrig bleibt.

Bei Reptilien werden fast überall 2 Kopflymphstämme erwähnt, welche in Verbindung mit 2 D. thoracici (Schlangen, Schildkröten, Krokodile) oder einem vorne in 2 Äste gespaltenen D. thoracicus in die V. subclaviae münden.

Bei Vögeln werden 2 D. thoracici von Budge bei Hühnerembryonen erwähnt und von Sala genauer beschrieben. Bei erwachsenen Vögeln persistieren dieselben und münden jeder gesondert in die entsprechende V. jugularis. Der linke nimmt überdies noch den linken Kopfstamm auf, von welchem ein Ast sich nach rechts wendet und mit dem rechten Kopfstamm direkt in die rechte V. jugularis mündet.

In der Klasse der Säugetiere endlich ist nach den Untersuchunden von Sabin die Anlage der Hauptstämme bei Schweinsembryonen ebenfalls eine paarige und diesselbe persistiert bei verschiedenen Tiergruppen zeitlebens, so z. B. bei Macropus und Phoca, beim Rind und Pferd sind Abschnitte des D. thoracicus stets verdoppelt und beim Hund meistens der vordere. Beim erwachsenen Schwein bildet sich der D. thoracicus der einen Seite stets zurück.

Ob die Lymphgefäße in der Beckengegend auch bei anderen Wirbeltieren mit dem Venensystem zusammenhängen, wie dies Sala

für das Huhn und Sabin für das Schwein angeben, müssen weitere Untersuchungen lehren. Bei den Anuren tritt eine solche Verbindung nach unseren Untersuchungen erst sekundär ein.

Um überhaupt über die paarige und symmetrische Anlage des Lymphgefäßsystems sprechen zu können, sind umfangreiche Untersuchungen an Embryonen verschiedener Gruppen von Wirbeltieren unbedingt notwendig, desgleichen müssen die Befunde an erwachsenen Tieren mittelst neuerer Methoden kontrolliert und von diesen neuen Gesichtspunkten aus vorgenommen werden, da die diesbezüglichen Beschreibungen lückenhaft und die Abbildungen, welche meist nach Quecksilber-Injektionspräparaten hergestellt worden sind, verzerrt und ungenau sind.

Institut für vergleichende Anatomie in Krakau.

---

34. M. VL. KULCZYŃSKI m. c. **Fragmenta arachnologica, III.**
(Accedit tabula XI).

VI. De Episinis. Annotatio altera.

Europam *Episinorum* species non duae incolunt, ut putavi, sed quatuor. Duas earum non distinguebam ad hoc tempus; errorem cognovi, quum mihi Cel. R. de Lessert *Episinos* suos: *lugubrem* et *truncatum*, ad Genevam lectos, inspiciendos misit. Tertia species *Episinus maculipes* Cav. est; quartae exempla Gallica et Africana (in Algeriâ et in regno Tunetano lecta) communicavit mihi cum reliquis *Episinis* Gallicis benignissime Cel. E. Simon, cui gratias maximas ago.

Nomina harum specierum difficiliora sunt ad extricandum, pro parte saltem. Appellabo eas: *Episinum truncatum* Latr. (synon.: *E. lugubris* E. Sim., Bösenbg., de Lessert, Kulcz. p. p.), *E. angulatum* (Blackw.) (synon.: *E. truncatus* Bösenbg., de Lessert, Kulcz. p. p.), *E. maculipedem* Cav., *E. algiricum* Luc. (syn.: *E. truncatus* E. Sim.); quae nomina ex parte mutanda esse demonstrabunt fortasse investigationes futurae.

Episinus truncatus et *angulatus* inter se similes sunt valde, *E. maculipes* et *algiricus* etiam similiores.

Quae nuper scripsi de *Episino truncato* (*lugubri*[1]), non ad eum solum spectant, sed etiam ad *E. angulatum*. Differunt hae species inter se colore.

Episini truncati cephalothorax in adultis plerumque fere concolor est, rarius vestigia plus minusve manifesta picturae similis atque in *E. maculipede* ostendit; quae pictura in exemplis iunioriribus plerumque bene, imo optime expressa esse solet; quum autem hac in re variet paullo etiam *E. angulatus*, color cephalothoracis notam, quae ad species has certo distinguendas sufficiat, praebere mihi non videtur. Melius distinguuntur *E. angulatus* et *truncatus* colore pedum, praesertim posticorum, quorum tibiae — cum parte apicali femorum, patellis, basi metatarsorum — obscurius aut pallidius rufofuscae sunt in hoc, flavidae vero fere in dimidiâ parte basali in *E. angulato*. Tibiae I *Episini truncati* saepissime totae rufofuscae, *E. angulati* saepissime medium versus sat late pallidiores sunt; occurrunt tamen exempla illius tibiis I annulo plus minusve manifesto, pallidiore, prope medium ornatis et exempla *E. angulati* tibiis I totis concoloribus. In exemplis valde iuvenibus *E. truncati* pedes antici, ornati in tibiis annulo submedio pallido optime expresso, non differunt a pedibus I *E. angulati;* tibiae IV loco annuli basalis pallidi, dimidiam fere internodii longitudinem occupantis, vestigium annuli pallidi prope basim siti ostendunt nonnunquam in *E. truncato*. Venter *E. truncati* in exemplis pallidius coloratis lineâ mediâ albidâ et saepe in latere utroque lineâ albidâ minus expressâ, retro et paullulo intus directâ ornatur; lineae hae in exemplis obscure coloratis evanescunt omnino aut adeo saltem, ut non nisi in animalculo in spiritum vini immerso cernantur; ceterum venter non aut parum pallidior est quam laterum partes vicinae. Venter *E. angulati* inter lineas albas similes atque in *E. truncato* (quarum media praesertim sat lata esse solet) punctis pallidis plus minusve adspersus, saepissime evidenter pallidior est quam laterum partes vicinae; nonnunquam puncta adeo manifesta et dense congesta sunt, ut venter areâ albidâ ornetur satis simili figurae, quam protulit W. Bösenberg in „Die Spinnen Deutschlands" (tab. X, fig. 151 C: *E. truncatus*); non raro tamen puncta lineis interiecta evanescunt et venter parum differt picturâ a ventre *E. truncati*. Summatim, colore solo exempla adulta et obscure colorata

[1]) Fragmenta arachnologica. Bullet. Acad. Cracov. 1905. pag. 549.

harum specierum sat facile distinguuntur, pallida et iuniora vero difficilius.

Ad formam mares differunt inter se palpis, non valde quidem, sed evidenter saltem; epigynae ad distinguendas feminas parum prosunt. Partes patellares palporum eâdem esse formâ in utraque specie mihi videntur, pars tibialis brevior et latior in *E. truncato* quam in *E. angulato*. Lamina tarsalis apice in parte exteriore (superiore) omnino rotundata est in utrâque specie, neque in angulum rectum, summo apice rotundatum desinit ut in *E. maculipede*. Differt stemma dente nigro in latere superiore prope apicem sito; dens hic a latere exteriore adspectus angustior videtur in *E. truncato* [1]), sursum et anteriora versus directus, spatio parvo tantum distat ab apicibus processuum duorum, qui apicem stemmatis occupant, sursum fere directi, elongati, cornei, inter se contingentes, anterior apice in uncum brevem, foras directum curvatus, posterior apice rectus. In *E. angulato* dens respondens, sursum et paullulo foras, neque anteriora versus directus, latior, quum a latere exteriore adspicitur, sat late distat ab apicibus processuum apicalium, qui similes sunt atque in *Episino truncato*. Dens, de quo agitur, apice pilis paucis brevibus ornatus videtur in palpo non distorto utriusque speciei; re verâ pili hi cum dente contingunt modo et laminae tarsali adnati sunt.

Epigyna in utraque specie foveâ ornatur hemiellipticâ fere, circiter 0·32 mm latâ, ca. 0·21—0·24 longâ, sat profundâ, pone et in lateribus bene, ante vero parum — margine omnino obtuso — definitâ. Fundus foveae lineâ impressâ transversâ, inaequali, in *E. angulato* parum perspicuâ, in duas dividitur partes, quarum posterior anteriore multo pallidior esse solet in *E. truncato*, in *E. angulato* verum non evidenter pallidior. In illo pars posterior septo longitudinali, humili, angusto, plus minusve manifeste in foveolas duas transversas hemiellipticas dividitur; pars fundi anterior semicircularis plerumque in sectores tres dividitur, quorum medius lateralibus modo fere duplo latior est, modo eis minor, fortius impressus, concavus; sectores laterales, a medio carinis obtusis rectis distincti, fere plani, posteriora versus declives, modo maximam partem sublaeves, modo sat crasse reticulati. In *E. angulato* pars fundi poste-

[1]) Re vera dens hic latior est in *E. truncato* quam in *angulato*, sed pars eius interior membranacea difficilius conspicitur.

rior aequabiliter concava, septo medio caret; pars anterior utrimque ad marginem posticum tuberculo ornatur sat magno, modice elevato, saepe quam reliquus fundus obscurius colorato; tubercula haec sat late inter se distant; reliqua pars fundi anterior paene aequabiliter concava est. Quae differentiae, non magnae et paullo mutabiles, difficilius cernuntur, praesertim quum fovea epigynae materiâ quâdam (coitus signo?) ex parte repletur, quod non raro occurrit in *Episino angulato* saltem.

Episini: maculipes et species quaedam nova: *E. maderianus*, cuius feminam legit Rev. E. Schmitz in insulâ Madeirâ [1]), ab *E. truncato* et *angulato* optime distinguuntur pedum picturâ, quam l. c. descripsi (ex *Episino maculipede*) et plerumque sterno, quod secundum medium pallide flavidum, in lateribus umbrinum aut fuligineum est (occurrunt tamen exempla *E. maculipedis* vittâ pallidâ sterni fere deletâ et exempla *E. truncati* et *angulati* vestigio vittae talis ornata). Cephalothoracis pictura in eis similis est atque in exemplis *Episini angulati* distinctissime pictis.

Marem *Episini maderiani* non novi. *Episini maculipedis* lamina tarsalis non eâdem est formâ atque in *E. lugubri* et *angulato*. (Cfr. „Araneae Hungariae" vol. 2, pag. 18, tab. I, fig. 10 b et 11 b). Stemma eius simile atque illorum, sed distinctum. Apices processuum trium, supra commemoratorum, in parte stemmatis apicali superiore contingunt inter se; eorum postremus (sive dens supra in stemmate ad apicem situs) lamella est tenuis cornea, non longior quam latior, apice late truncata, fere transverse posita, sursum et anteriora versus directa. E processibus duobus reliquis anterior prope angulum anticum inferiorem stemmatis initium capit, secundum marginem apicalem laminae tarsalis extenditur sursum, in parte basali modice latus, medium versus leviter angustatus in latere posteriore sive exteriore, inde usque ad apicem latitudine parum inaequali, apicem versus compressus lamelliformis, apice in latere interiore leviter rotundato dilatatus, paullulo anteriora versus flexus, breviter foras curvatus, in latere exteriore truncatus. Pro-

[1]) *Episinus maderianus* n. sp., simillimus *Ep. maculipedi* Cav., differt ab eo formâ epigynae, quae ad marginem posticum foveâ parvâ, profundâ, paullo oblongâ, et ante eam foveâ latiore, rotundatâ, modice profundâ ornatur. Femina adulta 4 mm longa.

cessus alter, ab apice longius remotus, in stemmate non distorto in eius latere inferiore medio fere, ad marginem laminae tarsalis initium capere videtur (pars eius basalis, angusta, pellucida, difficilius conspicitur, praesertim quod per eam embolus setiformis niger translucet) in parte basali valde angustus, ceterum late fusiformis fere, processui praecedenti parallelus, cum eo contingens, eo latior, apice in spinam nigram fortius contractus; pars apicalis processus huius processu anteriore non occultatur, quum stemma a fronte adspicitur.

Processus respondentes *Episini truncati* similem in modum siti sunt in stemmate; eorum anterior, in parte basali latus, medium versus in sinum profundum excisus in latere interiore sive anteriore; a parte hac apicem versus processus anterior impressus est in excavationem processus posterioris, cuius pars quaedam non impressa eum a margine apicali laminae tarsalis separat; pars apicalis angustior processus antici compressa et lamelliformis est, mediocri latitudine, primo leviter dilatata, tum paullo angustata, apice foras breviter curvata, in uncum latum acutum desinens. Pars processus posterioris, quae in stemmate non distorto pone processum anticum conspicitur, apicem versus longe et aequabiliter angustata videtur, processu eo etiam in parte latissimâ parum aut non latior; apex processus posterioris ita inter processum anticum et reliquum stemma situs est, ut in palpo a fronte viso, processu antico occultus, non conspiciatur. — *Episini angulati* processus respondentes similes mihi videntur atque in *E. truncato,* eorum posterior modo apice minus occultus.

Episini algirici pedes similem in modum picti sunt atque *E. maculipedis*, occurrunt tamen exempla picturâ pedum prorsus fere deletâ. Sternum in pallidioribus fuscum, secundum medium vittâ pallide flavidâ ornatum, in obscuris fuscum concolor. Cephalothoracis pictura non parum mutabilis, in exemplis pallidioribus similis atque in *E. maculipede,* minutiis quibusdam exceptis; in obscurioribus vitta media, dilatata et diffusa, cum lineâ marginibus parallelâ radiis coniungitur fuscis, quorum intervalla colore minus obscure fusco replentur; cephalothorax tum obscurius et pallidius umbrinus est, margine sat lato, inaequali aut interrupto, fulvo ornatus; nonnunquam etiam margo hic evanescit. In picturâ et formâ, praeter partes genitales, perpaucas modo differentias, easque non satis sibi constantes, video inter *E. algiricum* et *maculipedem*. *E. algiricus*

paullulo minor esse solet: cephalothorax feminae 1·5 — 1·7 mm., maris 1·5 longus. *E. maculipedis,* feminae, cephalothorax 1·6—1·8 (in exemplis Gallicis; in exemplo quodam Austriaco 2·0), maris 1·5—1·6 (in ex. Gallicis; in mare Croatico 1·7) longus. Tubera, quibus abdomen pone ornatur, melius evoluta in feminis *E. algirici,* ita, ut abdomen excavatum sit non solum inter apices tuberum, sed etiam inter eos et mamillas; directo desuper adspectum abdomen pone trilobum videtur. Abdomen *E. maculipedis* angulatum potius quam tuberculatum dici debet, non excavatum enim est inter apices tuberum, quae retro non prominent et cum mamillis lineâ leviter convexâ, neque concavâ coniunguntur. Sed post ovipositionem abdomen *E. algirici* similem formam induit atque *E. maculipedis.* Vitta media cephalothoracis, quum non diffusa est, latitudine usque ad apicem posticum aequali est in *E. algirico,* in *E. maculipede* pone, in parte thoracicâ, angustata: angustior quam in parte cephalicâ pone oculos; sed differentia haec adeo levis est, ut fere non nisi in exemplis altero propter alterum posito et comparato cernatur. Ventris area epigastrio et mamillis interiecta obscurius colorata quam laterum partes finitimae in *E. algirico* (praeter lineam mediam e punctis albidis conflatam, quâ ornatur), non obscurior plerumque in *E. maculipede.*

Partibus genitalibus imprimis differunt hae species inter se. Pars tibialis palporum maris directo a latere exteriore visa aeque lata est apice aut non multo latior quam longior in *E. algirico* (0·24 longa et lata; 0·26 lata, 0·21 longa), lamina tarsalis minor et angustior (0·84, 0·89 longa, 0·48, 0·52 lata). Dens stemmatis supra ad apicem situs, desuper et a parte posticâ visus, triangularis, paene aequilaterus aut paullo latior, apice acutus. Processus stemmatis apicalis apice intus non dilatatus, neque anteriora versus neque foras curvatus, angulo apicali anteriore rotundato, posteriore recto acuto, evidenter pone apicem processus posterioris productus. *Episini maculipedis* pars tibialis a latere exteriore visa sescuplo saltem latior apice quam longior (0·32 lata, 0·19—0·21 longa), lamina tarsalis maior et latior (1·0 longa, 0·68 lata), dens stemmatis ad apicem supra situs latus, apice late truncatus, processus apicalis pone apicem processus posterioris non aut vix productus (cetera eius descriptio inspiciatur supra).

Epigyna *E. algirici* foveâ ornatur modice profundâ, paullo longiore quam latiore, rarius aeque longâ ac latâ (0·27, 0·24, 0·21,

0·19 longâ, 0·24, 0·19, 0·21, 0·19 latâ), in parte posteriore marginibus acutis, in anteriore obtusis definitâ, rotundatâ aut ellipticâ fere, pone paullo truncatâ. sed margine postico medio neque evidenter sinuato neque angulato; pars posterior fundi foveae, 0·13—0·16 longa, 0·18—0·19 lata, sulco profundo et acute impresso (ante et pone saltem) circumscribitur et maximam partem (margine antico angusto excepto) modice, inaequabiliter elevata est in tuberculum nitidum, humile, formâ paullo varians, impressione medianâ latâ obtusâ, neque sulco acuto, in parte anteriore dimidiâ aut paullo maiore divisum; nonnunquam tuberculum hoc impressionibus aliis etiam, minus profundis, ornatur. — Epigyna *E. maculipedis* non parum similis est, eius fovea tamen maior, aeque longa ac lata aut non evidenter longior saltem (0·29, 0·29, 0·31, 0·31 longa, 0·27, 0·32, 0·29, 0·32 lata), margo foveae posticus medius raro rectus, plerumque leviter sinuatus aut in angulum valde latum, anteriora versus directum fractus. Pars fundi foveae sulco circumscripta 0·24 lata. 0·18—0·19 longa, sulco profundo, omnino angusto in parte mediâ, anteriora et posteriora versus paullo dilatato, divisa secundum totam fere longitudinem, parte anticâ brevi aut brevissimâ modo exceptâ. Tubercula sulco distincta impressione ornantur vadosâ, plus minusve evidenti, in parte posticâ exteriore initium capienti, anteriora versus et intus directâ, paullulo incurvatâ, paullo varianti; pars tuberculi pone impressionem sita plerumque anteriore pallidius colorata.

Exempla *Episini maculipedis* in Africa septentrionali lecta, quae in thesauro Cel. E. Simonii conservantur, differunt paullo ab exemplis Europaeis: paullo minora sunt, cephalothorace feminae 1·35—1·5, maris 1·3 longo, sternum eorum plerumque totum umbrinum est, raro vittâ mediâ angustâ flavidâ ornatur, saepius vestigium vittae talis in animalculo in spiritum vini immerso tantum cernitur longitudine valde varians (totam longitudinem sterni aut partem anticam tantum occupans), venter vittis ornatur tribus longitudinalibus albidis (albo punctatis) plus minusve expressis, quae inter se spatiis obscurioribus, non aut minus dense punctatis distinguuntur (etiam in exemplis Europaeis vestigia picturae talis nonnunquam inveniuntur). Epigynae fovea minor (0·14, 0·16, 0·19, 0·19 longa, 0·19, 0·19, 0·21, 0·26 lata, pars fundi sulco circumscripta 0·11, 0·13, 0·14, 0·13 longa, 0·18, 0·18, 0·19, 0·22 lata), sulcus, quo tubercula fundum foveae ornantia distinguuntur, saepe mediocri latitudine et nonnun-

quam brevior; margo foveae posticus medius saepe in angulum evidentissimum fractus. Lamina tarsalis minor (0·82 longa, 0·50 lata, aeque itaque magna atque in exemplis Europaeis *E. algirici*); processus apicalis stemmatis apice minus evidenter dilatatus in latere interiore et minus deorsum et foras curvatus. — Propter has differentias formam Africanam ut varietatem propriam: *numidicam* n. a typico *E. maculipede* segregandam censeo.

Mares *Episini algirici* Africani non differre videntur a maribus Gallicis; feminas adultas Africanas non novi.

Episinus maderianus colore et abdominis formâ convenit cum *E. maculipede*. Sternum secundum medium pallide flavidum, in partibus lateralibus, quam vitta media paullo angustioribus, umbrinum; cephalothoracis flavidi margines angusti nigri, vitta mediana umbrina circa sulcum ordinarium leviter dilatata et stellata, pone eum angustata et angustior quam pone oculos; latera cephalothoracis lineâ ornata tenui umbrinâ, inaequali, cum vittâ medianâ radiis non coniuncta. Abdominis tubera mediocriter modo evoluta. Ventris pars epigastrio et mamillis interiecta utrimque lineâ albidâ interruptâ definita, umbrino cinerea, punctis albis et fuligineis ita adspersa ut in parte anteriore vittâ latiusculâ albidâ et ad eam utrimque ad epigastrium maculâ umbrinâ ornetur; in parte insequenti venter caret fere punctis albis, posterius abunde albo punctatus est, ad mamillas vero maculis duabus umbrinis in fundo cinereo pictus. Laterum partes ventri finitimae umbrino cinereae, albido punctatae. Epigyna ad marginem posticum foveâ ornatur parvâ, ca. 0·05 latâ, ca. 0·065 longâ, ovatâ fere, pone paullulo latiore, profundâ adeo, ut fundus difficilius conspiciatur, in lateribus et pone margine optime expresso, corneo, acutiusculo, librato circumdatâ; in fronte fovea haec margine paullo depresso et minus distincto definitur et a foveâ ante eam sitâ distinguitur, minus profundâ, ca. 0·11 latâ et longâ, rotundatâ, margine obtuso, mediocriter distincto, non indurato circumdatâ; fundus foveae anterioris parum inaequalis, certo situ in eius parte postremâ foveola minuta rotundata cernitur. — Fortasse differt haec species ab *E. maculipede* etiam oculis posticis paullo, quorum medii paullulo maiores mihi videntur quam laterales et non multo longius quam radio inter se distant; sed variat hac in re *E. maculipes*, cuius oculi postici medii modo lateralibus aequales et inter se diametro fere totâ remoti, modo lateralibus paullulo maiores sunt et inter se circiter sescuplo radio distant. —

Unicae feminae *E. maderiani,* quam vidi, cephalothorax 1·55 mm longus est, 1·45 latus, abdomen 3 longum, 1·8 latum, pedum I femur 2·45, tibia cum patellâ 2·9, metatarsus cum tarso 3·4, partes respondentes pedum II 1·7, 1·85, 2·2, pedum III 1·25, 1·4, 1·7, IV 2·5, 2·7, 3·2 mm longae.

Secundum exempla, quae in manibus habeo, incolit *Episinus truncatus* Angliam (marem adultum ad Dorset lectum communicavit mihi Fredr. Cambridge), Belgiam (leg. Rev. E. Schmitz), Galliam (coll. Cel. E. Simonii), Helvetiam (coll. Cel. R. de Lessert), Tiroliam, Austriam Inferiorem, Istriam, Bosniam, Croatiam, Hungariam, Galiciam; *E. angulatus:* Angliam (Dorset, feminam ad. legit Fredr. Cambridge), Galliam (coll. Cel. E. Simonii), Helvetiam (coll. Cel. R. de Lessert), Austriam Inferiorem, Hungariam, Galiciam; *E. maculipes:* Galliam (coll. Cel. E. Simonii), Austriam Inferiorem, Croatiam, Bosniam (?, epigyna feminae unicae, quam vidi, differt paullo ab epigynâ formae typicae), Algeriam cum regno Tunetano (var. *numidica,* Coll. Cel. E. Simonii); *E. algiricus:* Galliam, Algeriam cum regno Tunetano (coll. Cel. E. Simonii). — Teste W. Bösenbergio *Episinus angulatus* (*truncatus* Böshg.) multo frequentior est in Germaniâ quam *E. truncatus* noster sive *E. lugubris* Böshg. (?, facile crediderim *E. truncatum* frequentius quam *E. angulatus* occurrere in Germaniâ meridionali saltem). — Europam septentrionalem fortasse *E. angulatus* solus incolit; *E. truncatus* species magis meridionalis videtur, in partibus Europae mediae meridionalibus certo frequentior quam *E. angulatus. E. maculipes* Europam meridionalem imprimis inhabitat, ni fallor, et Africam septentrionalem, in Europâ mediâ non nisi rarissime occurrit. *E. algiricus* septentrionem versus probabiliter minus longe diffusus est quam *E. maculipes.*

Synonymia *Episinorum* contorta est adhuc non minus, fortasse magis, quam contorta erat, antequam Fragmenta arachnologica I. nostra in lucem edita sunt. Non dubito, quin *Episinus truncatus* Latreillei et Walckenaërii idem sit atque *E. lugubris* Cel. E. Simonii; haec species una est, cuius pedes postici in basi femorum albi, in medio fusci, ceterum albi describi possint. Quod de picturâ cephalothoracis et sterni scripsi in „Fragmentis", pag. 552, nullius momenti est, pars cephalica enim lineâ flavidâ ornatur non solum

in *E. truncato* n. sed etiam in *angulato* et in *algirico* (nonnunquam saltem, minus evidenter quidem), sternum vittâ pallidâ caret aut carere potest in omnibus *Episinis* mihi notis, *Episino maderiano* excepto. Descriptio *Theridii angulati* a Blackwallio prolata in „A History of the Spiders cet." (descriptionem primam in Lond. and Edinb. Phil. Magaz. 1836 non novi) non satis subtilis est. Ad *E. truncatum* Latr. aut ad *E. angulatum* n. referenda ea videtur, quum in Angliâ hae duae species solae occurrant, quod sciam saltem. Fortasse confusae sunt hae species a Blackwallio in „A History"; typus speciei multo obscurius coloratus fuisse dicitur quam femina, quae depicta est in hoc libro; fortasse igitur typus *Theridii angulati* eadem species est atque *Episinus truncatus* Latr.; figurae Blackwalii ad *angulatum* nostrum potius referendae mihi videntur: si *E. truncatum* repraesentarent, artifex probabiliter patellas et tibias posticas concolores pinxisset, neque illas umbrinas, has vero flavidas. Quum *Episinus* ille, quem Bösenberg primus, ni fallor, ita descripsit, ut agnosci sine dubitatione possit[1]), et *Ep. truncatum* appellavit, nomen legitimum et certum non habeat, non improbabile autem videatur, *Theridium angulatum* eandem esse speciem, *Episinum* hunc: *angulatum* (Blackw.) appellandum censeo. *Episinus truncatus* C. L. Kochii idem est atque noster. Westringii *E. truncatus,* cuius internodia pedum, femoribus et patellis exceptis, pallida, basi et apice fusco-rufescentia describuntur, idem videtur atque *E. angulatus* n. An in Sueciâ *E. truncatus* occurrat, nescio; exemplum Suecicum, quod mihi olim T. Thorell communicavit, idem mihi visum est atque *E. lugubris* E. Sim. (*truncatus* Latr.), sed eo tempore *E. angulatum* ab *E. truncato* distinguere nescivi. Idem, quod de specie a Westringio descriptâ, dici potest de *E. truncato* Mengei; cui speciei subiungendus sit *E. truncatus* L. Beckerii, difficile est ad extricandum. W. Bösenbergii *E. lugubris* idem est atque *truncatus, truncatus* idem atque *angulatus* n. — *Episinum algiricum* H. Lucasii Cel. E. Simon *E. truncato* suo subiunxit, recte quidem, ni fallor; Africam septentrionalem non solum *E. truncatus* E. Sim. incolit quidem, sed etiam *E. maculipes,* descriptio tamen et figura *E. algirici,* propter abdomen profunde excisum inter tubera et propter vittam cephalothoracis, quae secundum figuram pone non angustata est, ad *E. truncatum* E. Sim. potius quam ad *E. maculi-*

[1]) Descriptio et imago epigynae l. c. tamen non rectae sunt.

pedem referendae videntur. *E. maculipes* Cav., cuius tubera abdominalia mediocriter modo evoluta describuntur, certo idem est atque *E. maculipes* noster et ab *E. algirico* distinctus.

Explicatio tabulae.

1. *Episinus maculipes* Cav., pars tarsalis palpi dextri maris a fronte visa (× 52).
2. *E algiricus* H. Luc., pars tarsalis palpi dextri maris a fronte visa (×52).
3. *E. truncatus* Latr., pars tarsalis palpi dextri maris a fronte visa (× 52).
4. *E. maculipes* Cav. *var. numidica* Kulcz., apices processuum apicalium stemmatis dextri a fronte visi (× 79).
5. *E. truncatus* Latr., dimidium apicale stemmatis dextri a latere exteriore visum (× 37).
6. *E. angulatus* (Blackw.), dimidium apicale stemmatis dextri a latere exteriore visum (× 37).
7. *E. angulatus* Blackw., pars tarsalis palpi dextri maris a fronte visa (×52).
8. *E algiricus* H. Luc., dimidium apicale stemmatis dextri a latere exteriore visum (× 52).
9. *E. maculipes* Cav., dimidium apicale stemmatis dextri a latere exteriore visum (× 37).
10. *E. algiricus* H. Luc., epigyna (× 66).
11. *E. algiricus* H. Luc., apex partis tarsalis dextri palpi maris, a parte posticâ superiore visus (× 52).
12. *E. truncatus* Latr., epigyna (× 52)
13. *E. maderianus* Kulcz., epigyna (66).
14. *E. truncatus* Latr., dens stemmatis dextri, prope eius angulum anticum supra situs (cum parte quadam laminae tarsalis) desuper simulque a parte posteriore visus (× 52).
15. *E. maculipes* Cav., apex partis tarsalis palpi dextri maris, a parte posticâ superiore visus (× 52).
16. *E. angulatus* (Blackw.), epigyna (× 52).
17. *E. maculipes* Cav. var. *numidica* Kulcz., epigyna (× 66).
18. *E. maculipes* Cav., epigyna (× 52).

---

35. M. VL. KULCZYŃSKI m. c. **Araneae nonnullae in insulis Maderianis collectae a Rev. E. Schmitz.**

(Accedit tabula XII).

Zodarium maderianum Kulcz.

Zodarium maderianum Kulcz. 1899. Arachnoidea opera Rev. E. Schmitz collecta in insulis Maderianis et in insulis Selvages dictis. (Rozprawy Wydziału matem.-przyrod. Akademii Umiej. vol. 36. pag. 361, t. VI, f. 19).

Mas. *Cephalothorax* 1·1 mm longus, 0·85 latus (aut paullo maior: 1·3 longus, 0·95 latus), supra basim palporum, ubi circiter 0·55 latus est, paullulum modo sinuatus ita, ut anteriora versus aequabiliter fere et fortiter angustatus dici possit. *Oculi* [1]) antici medii inter se $^1/_3$ diametri remoti; oculorum anticorum lateralium diameter circiter $^5/_6$ diametri mediorum aequalis. Oculi postici medii lateralibus paullo minores, parum plus quam duplâ diametro inter se remoti. Area oculorum mediorum pone ca. dimidiâ diametro oculi latior quam ante. *Mandibulae* 0·4 longae. *Sternum* punctis impressis adspersum, ceterum fere laeve (ut etiam in feminis nonnunquam). *Palporum* (fig. 1, 2) pars femoralis supra 0·44 longa, patellaris 0·26 longa, 0·16 lata, lateribus paene parallelis, paullulo modo rotundatis, tibialis paene 0·1 longa, 0·18 lata, desuper visa asymmetrica, in latere exteriore usque ad apicem aequabiliter, leviter dilatata, in interiore a basi ad medium fere modice dilatata, tum insigniter angustata, in latere superiore interiore retusa, a latere exteriore visa subter paullulo angulata, in latere inferiore exteriore pilis sat rigidis, brevibus ornata, subter in apice in processum producta longissimum, $^3/_4$ partis tarsalis attingentem, magnam partem fortiter complanatum, a basi, quae totum fere latus inferius partis occupat, apicem versus modice et paullo inaequabiliter angustatum, basi in latere exteriore late et sat fortiter, fere in $^2/_3$ longitudinis autem in latere interiore leviter sinuatum, in parte apicali valde angustum, anteriora versus et paullo foras directum, apice foras et denique paullulo sursum et retro curvatum, acutum. Lamina tarsalis 0·55 longa, 0·29 lata, desuper visa asymmetrica, latere interiore arcuato, in latere exteriore, quod paullo ante medium in angulum latum obtusum fractum est, rectâ fere lineâ dilatata, tum paullulo sinuato angustata, in apice ungue sat forti, inermi instructa. Rostrum laminae tarsalis stemmate paullo plus duplo brevius. Stemma oblongum, humile, basi in latere interiore in tuberculum obtusum, intus directum productum (quod tuberculum etiam desuper conspicitur), prope apicem subter unco ornatum corneo forti, anteriora versus directo, intus, denique retro et intus curvato, in parte apicali leviter sinuato;

[1]) Oculi feminae variant paullo situ et magnitudine, nonnunquam antici laterales diametro modo tres quartas mediorum aequant, ab eis ca $^1/_3$ diametri distant, oculi postici medii lateralibus paullo maiores sunt, inter se ca. duplâ et dimidiâ diametro remoti.

embolus in latere interiore prope medium initium capit, stemmatis partem anticam interiorem cingit, in apicem nigrum, mediocriter gracilem, anteriora versus et foras directum, sub rostrum laminae tarsalis vix productum, fere in lineâ medianâ stemmatis desinit; embolus maximam partem fortiter compressus est, lamelliformis, valde angustus; conductor emboli (?): membrana pellucida, oblonga, embolo parallela, supra eum sita, paullo longior, difficilius conspicitur. *Pedum* I femur 0·88, patella 0·35, tibia 0·78, metatarsus 0·87, tarsus 0·71, pedum II partes: 0·78, 0·34, 0·61, 0·78, 0·61, pedum III: 0·81, 0·35, 0·56, 0·74, 0·55, IV: 1·13, 0·40, 1·0, 1·21, 0·68 mm longae. *Abdomen* 1·0 longum, 0·7 latum. — Exempli cephalothorace 1·3 longo abdomen 1·3 longum, 0·85 latum, partes pedum I: 1·13, 0·42, 0·88, 0·97, 0·78, II: 0·97, 0·40, 0·68, 0·87, 0·68, III: 0·94, 0·40, 0·63, 0·90, 0·61, IV: 1·35, 0·47, 1·13, 1·42, 0·74 mm longae.

Color maris similis atque feminarum, quae nonnunquam multo pallidiores sunt quam exempla l. c. descripta. Abdomen (etiam in feminis) supra mamillas maculâ ornatur albidâ unâ oblongâ, in lateribus plus minusve dentatâ, quasi e maculis duabus aut pluribus conflatâ, aut etiam super eam angulo uno, duobus aut tribus transversis; maculae hae pallidae nonnunquam dimidium posterius dorsi occupant. Palporum pars femoralis fuliginea, patellaris et tibialis umbrinae, processus tibialis apice niger, lamina tarsalis umbrino-rufa, in parte apicali albida.

Ceterum in marem quadrant, quae l. c. dicta sunt de feminâ, mutatis mutandis.

Episinus maderianus Kulcz.

Episinus maderianus Kulcz. 1905. Fragmenta arachnologica, III, pag. 433, tab. XI, fig. 13.

Madeira; femina unica.

Theridium pusillum n. sp.

Femina. *Cephalothorax* 0·9 mm longus, 0·8 latus, anteriora versus fortiter, lateribus paullulo modo sinuatis angustatus usque ad clypei partem mediam, quae cum lateribus partis cephalicae arcum format fortiter curvatum et parum inaequabilem; sub oculis posticis, quorum laterales desuper adspecti marginem fere attingere videntur, cephalothorax modo 0·40 latus est. Subtilissime et dense reticulatus est cephalothorax, nitidus; impressiones cephalicae pro-

fundae, dorsum partis cephalicae libratum, thoracicae modice declive. Clypeus sub oculis insigniter impressus, infra ad perpendiculum directus, desuper adspectus paullo ultra oculos anticos medios prominet. *Oculorum* series posterior recta, anterior modice procurva; oculi postici magni, inter se subaequales, insigniter convexi, medii inter se spatio quam radius paullulo minore, a lateralibus paullulo plus quam radio, a mediis anticis parum plus quam a lateralibus posticis remoti; oculi medii antici posticis insigniter minores, circiter $^3/_5$ eorum aequantes in diametro, inter se paullo plus quam diametro, a lateralibus anticis, qui oculis posticis subaequales sunt, circiter $^1/_3$ diametri remoti. Area oculorum mediorum pone parum latior quam ante, aeque circiter longa ac lata; clypeus altitudine eam fere aequat. *Mandibulae* 0·35 longae. *Sternum* subtilissime dense reticulatum, usque ad marginem posticum coxarum IV productum in processum aeque latum atque $^2/_3$ coxarum harum, apice late truncatum. *Pedum* patellae in latere postico angulatae, supra ut tibiae pilis fortibus vel aculeis 1.1 ornatae; margo apicalis posticus coxarum IV paullulo productus dentem parum expressum format; pedum I femur 1·3, patella 0·39, tibia 1·3, metatarsus 1·05. tarsus 0·48, pedum II partes: 0·85, 0·35, 0·58, 0·61, 0·39, pedum III 0·52, 0·29, 0·42, 0·45, 0·39, IV 1·05, 0·37. 0·71, 0·71, 0·39 mm longae. *Abdomen* 1·6 longum, 1·3 latum, 1·3 altum supra mamillas. desuper visum paene ellipticum, margine antico paullulo exciso, pone paullulo acuminatum; dorsum eius pone in tuber elevatum, a cuius apice anteriora versus primo leviter tum magis cito descendit et denique cum pariete antico in arcum aequabilem coniungitur; pone, ab apice tuberis usque ad mamillas ad perpendiculum fere directum est dorsum et leviter convexum. *Epigyna* (fig. 6) foveâ ornatur sat profundâ, ca. 0·11 latâ, ca. 0·065 longâ, ante rotundatâ, pone truncatâ, angulis paullo rotundatis, marginibus circumdatâ obtusis, pone et in lateribus corneis, ante mollioribus, a margine postico epigynae circiter longitudine suâ remotâ; spatium foveae et margini postico epigynae interiectum, corneum, lamellam format ca. 0·24 latam, in longitudinem et in latere utroque in transversum convexam; lamella haec foveam etiam in lateribus cingit. Colulus nullus.

Mas. *Cephalothorax* desuper visus paene ellipticus, modo pone sat late truncatus et leviter emarginatus et supra basim palporum paullulo sinuatus; fovea media V-formis, in impressione rotundatâ sita. In cephalothorace desuper adspecto clypeus parum ante oculos

prominet, oculi laterales postici circiter diametro a margine cephalothoracis distare videntur. *Oculi* postici medii inter se circiter radio, a lateralibus fere diametro et paullulo longius quam a mediis anticis remoti; antici medii inter se sescuplâ diametro saltem, a lateralibus circiter $^3/_4$ diametri distant; clypeus altitudine longitudinem areae oculorum mediorum paullulo superat. *Mandibulae* 0·4 longae, $^2/_3$ longiores quam clypeus, formâ ordinariâ. *Palporum* pars femoralis 0·65 longa, subcylindrata, patellaris 0·47 longa, 0·13 lata, leviter clavata, tibialis supra, ubi brevissima est, modo 0·05 longa, cum squamâ, in quam producta est in latere exteriore inferiore, 0·26 longa; pars tarsalis 0·53 longa, 0·27 lata, basi et apice late et paullo oblique rotundata (angulis basali interiore et apicali exteriore latius rotundatis), lateribus ceterum fere parallelis, exteriore fere recto, interiore paullulo concavo; veri margines laminae tarsalis sinuati sunt, exterior leviter, interior vero fortiter; hic in parte apicali deorsum in latus inferius partis tarsalis descendit. Stemma (fig. 9, 10) apicem laminae tarsalis non attingit et partem apicalem alveoli longe non replet; eius bulbus e lobo constare videtur in latere interiore basali sito, oblique truncato; pars terminalis, bulbo multo maior, in processus tres conspicuos, anteriora versus directos excurrit; processus interior et exterior inferior, basi lati, in calcaria desinunt acuta, longe attenuata; calcar interius anteriora versus et paullo foras et deorsum directum, leviter sinuatum, in parte apicali paullo sursum curvatum; calcar exterius anteriora versus et paullulo deorsum directum, paullulo deorsum curvatum; huic calcari et laminae tarsali interiectus est processus tertius, calcaribus ambobus longior, cuius pars apicalis in alveolum descendit incurvata, in lamellam sat magnam oblongam dilatata. *Pedum* I femur 1·95, patella 0·45, tibia 1·8, metatarsus 1·6, tarsus 0·65, pedum II partes: 1·3, 0·42, 0·97, 0·97, 0·48, pedum III 1·0, 0·39, 0·65, 0·68, 0·39, IV 1·45, 0·45, 0·9, 1·1, 0·48 mm longae. (Pedes exempli nostri, quod pellem nuper exuerat, paullo contorti sunt et difficiles ad metiendum). *Abdomen* 1·3 longum, 0·95 latum, et altum, formâ simile atque in feminâ. Epigastrium leviter modo convexum, margine postico in medio paullulo exciso, utrimque paullulo rotundato, ad marginem pectine e pilis minutis adpressis, ultra marginem non prominentibus ornatum. Pars abdominis petiolo proxima cephalothoraci adpressa, cute minute granulatâ tecta; partes vicinae parietis antici abdominis in callum elevatae semiannuliformem, sat

latum, supra insigniter angustatum aut fere interruptum, dentibus non multis corneis dispersis instructum; pars respondens dorsi cephalothoracis subtilissime, valde dense, transverse plicata (instrumentum stridendi).

Color. *Cephalothorax* feminae supra subterque cum mandibulis et maxillis pallide flavidus, supra in lateribus anguste nigro marginatus et vittâ mediâ angustâ, modice definitâ, pone saepe plus minusve abbreviatâ, fuligineâ ornatus; labium nigricans, margine albido; sternum valde anguste fuligineo marginatum in lateribus, margine paullo inaequali, nonnunquam interrupto aut evanescenti, in parte posticâ lineâ mediâ, modo angusta, modo insigniter latâ pictum; spatium coxis posticis interiectum fuligineum. Palpi et pedes cephalothorace paullo pallidiores. *Abdomen* (fig. 21) album, colore isabellino aut avellaneo plus minusve suffusum, pallide fulvo reticulatum et punctis minutis ferrugineis adspersum; partes immaculatae vittas formant in dorso duas aut quatuor, femora pedum fere latitudine aequantes, avellaneo aut isabellino albas, quarum duae in margine antico dorsi initium capiunt inter se circiter latitudine suâ remotae, posterius primo paullulo a se discedunt, tum inter se appropinquant, in tubere dorsuali inter se coniunguntur et mamillas versus descendunt, in pariete abdominis postico minus distinctae quam in dorso proprio; duae aliae vittae dorsi latera occupant, a vittis mediis latius quam hae inter se distant, plerumque minus expressae sunt, in mediâ abdominis longitudine aut pone eam, aut totae denique evanescunt; paries posticus abdominis ad mamillas utrimque plerumque vittâ brevi fuligineâ angustâ inaequali, sursum directâ ornatur. Epigastrium maculâ magnâ fuligineâ pictum, ad marginem posticum dilatatâ. Scuta pulmonalia pallide fulva. Venter ab epigastrio usque ad mamillas fuligineo niger, ad epigastrium maculâ maiusculâ albâ, ad mamillas maculâ minore pallide fulvâ ornatus. Area mamillarum anguste inaequaliter fuligineo limbata, ad limbum puncta duo alba. Mamillae pallide fulvae, plus minusve fuligineo maculatae.

Color maris similis atque feminae. Palporum pars tarsalis reliquis parum obscurior. Epigastrium totum cum scutis pulmonalibus et venter fuligineo nigra, macula alba in ventre ad epigastrium sita parva aut obsoleta, macula fulva ad mamillas nulla aut indistincta.

In iunioribus nonnunquam dorsum abdominis in laterum parte

posteriore serie punctorum nigrorum ca. trium pictum, latera abdominis ornata in dimidio anteriore vittâ fuligineâ aut nigrâ, inaequali, libratâ aut pone deflexâ, in dimidio posteriore fasciis duabus aut tribus paene directis (deorsum et paullulo retro descendentibus), interruptis, quarum postrema anterioribus melius expressa esse solet.

Speciei huius exempla pauca, pleraque non adulta, lecta sunt in insulâ Maderâ.

Entelecara Schmitzii n. sp.

Mas huius speciei adeo similis est *Entelecarae erythropodi* (Westr.) (et *E. congeneri* (Cambr.), *E. mediae* Kulcz.), ut satis videatur indicare, quibus rebus ab eâ differat. — *Tuber cephalicum* (fig. 7, 8) simile atque in *E. erythropode,* desuper visum anteriora versus dilatatum, sed paullo altius, ita, ut in cephalothorace directo a fronte adspecto clypeus non dimidium sed $^2/_5$ altitudinis totius faciei occupet; latera tuberis huius a fronte visi non declivia sed ad perpendiculum directa aut paullulo impendentia; paries anticus tuberis parum minus declivis quam clypeus. Series anterior *oculorum* evidenter recurvata: margines inferiores oculorum lateralium parum demissius quam margines superiores mediorum siti. (Oculorum situs paullo mutabilis: area oculorum mediorum pone modo paullulo latior, modo paullulo angustior quam ante, paullulo plus duplo aut non duplo longior quam latior ante). E ramis, in quos divisus est processus tibialis *palporum* (fig. 16, 18), posterior directo desuper visus non longius foras productus quam anterior, foras et paullo sursum directus, fortiter compressus, desuper visus rectus, apicem versus paullulo modo angustatus, apice obtusus, a parte posticâ visus etiam rectus et apice obtusus, oblongo triangularis. Rami anterioris pars inferior retro flexa superiore insigniter longior, foras et non parum retro directa ita, ut cum eâ ramus desuper adspectus insigniter recurvatus videatur. Sinus, quo rami processus tibialis inter se disiunguntur, foras dilatatus. *Stemma* non evidenter distinctum a stemmate *E. erythropodis.*

Entelecarae erythropodis series anterior oculorum paene recta est, parum modo recurvata; clypeus evidenter magis praeruptus quam paries anticus tuberis cephalici; ramus posterior processus tibialis anteriore longius foras prominet, in dentem acutum sursum fere directum desinit. *E. congeneris* latera tuberis cephalici desuper visi parallela, a fronte visa declivia; clypeus directo a fronte visus

dimidiam altitudinem facici paullo superat; ramus posterior processus tibialis similis quidem atque in *E. Schmitzii,* sed a parte posticâ visus latior, lateribus parallelis, apice late rotundato truncatus; ramus anterior ad basim extrinsecus denticulo acuto instructus, eius pars inferior reflexa parte superiore non longior, non recurvata. *Entelecarae mediae* pars cephalica leviter modo elevata, clypeus dimidiam saltem altitudinem faciei occupat. Rami processus tibialis sinu insigniter angustiore, foras non dilatato disiuncti; pars inferior rami anterioris non recurvata.

Cephalothorax feminae *Entelecarae Schmitzii* omnium subtilissime reticulatus est; pars cephalica quam thoracica paullulo altior, dorso aequabiliter leviter convexo; clypeus sub oculis impressus, inferius paullo proiectus. Series anterior *oculorum* modice recurvata; oculi antici medii lateralibus paullulo maiores et ab eis parum longius quam inter se remoti mihi videntur; series posterior levissime procurva, oculi subaequales et spatiis fere aequalibus, circiter $^3/_4$ diametri aequantibus remoti. Area oculorum mediorum paene rectangula, circiter radio oculi longior quam latior. Clypeus aeque circiter altus atque $^3/_4$ areae oculorum mediorum longae. *Sternum* laeve. *Epigyna* (fig. 15) tuber format mediocriter convexum, 0·32 latum, 0·20 longum, ante fortius, fere in semicirculum, pone levius rotundatum, insigniter inaequale. Sulco medio optime expresso ornatur epigyna, partem suam posteriorem modo, maiorem, ca. 0·13 longam, quae fortius indurata est, occupanti; in margine postico epigynae sulci alii duo initium capiunt, circiter 0·16 inter se remoti, primo angustissimi et anteriora versus fere directi, tum intus et denique retro curvati et insigniter dilatati in foveas oblongas, inter se parallelas; sulcis his tribus interiectae partes epigynae costas formant testaceas, crassas, obtusas, in parte mediâ epigynae inter se parallelas, pone foras, denique anteriora versus et paullo intus curvatas.

Maris cephalothorax 0·73 mm longus, 0·60 latus, abdomen 1·05 longum, 0·73 latum; feminae cephalothorax 0·78 longus, 0·65 latus, abdomen 1·4 longum, 1·07 latum.

Cephalothorax flavido-umbrinus, margine infuscato, obsolete fusco radiatus et ad margines maculis utrimque circiter tribus flavidis, obsoletis, nonnunquam evanescentibus ornatus; in occipite macula obscurior, in feminâ parum latior quam longior, anguli crassi instar, cum areâ oculorum lineis tribus obscuris coniuncta, modo mediocriter expressa, modo subnulla, in mare semilunaris procurva. Palpi

et pedes flavo-testacei. *Abdomen* supra nigrum aut fuligineum, subter modo non multo pallidius quam supra, modo flavido-cinereum.

Ins. Madera.

Nota. Speciem hanc generi *Entelecarae* subiungo, quamquam eius metatarsi IV carent trichobothriis! Demonstare ea mihi videtur, species etiam maxime affines inter se ornamento e trichobothriis constanti differre posse.

Bathyphantes concolor (Wider).

Feminae paucae lectae sunt in insulâ Maderâ.

Ero quadrituberculata n. sp.

Eroni aphanae (Walck.) ad formam simillima, oculi modo anteriores (qui inter se subaequales sunt ut in *E. aphana*) spatiis minoribus inter se distare mihi videntur, etiam intervallum oculorum mediorum minus est quam diameter, neque ei subaequale ut in *E. aphana*.

Feminae *cephalothorax* 1·35 mm longus, 1·15 latus. *Pedum* I femur 2·3, patella 0·68, tibia 2·05, metatarsus 1·5, tarsus 0·85, pedum II partes 1·8, 0·58, 1·45, 1·15, 0·78, pedum III 1·3, 0·52, 0·9, 0·75, 0·5, IV 1·8, 0·55, 1·2, 1·0, 0·58 longae. *Abdomen* 2·2 altum, 1·9 longum, 1·8 latum, desuper visum rotundatum, tuberculis posterioribus modice prominentibus; a latere visum trapezicum fere, ateribus inferiore et antico inferiore rectis, antico superiore et postico aequabiliter fere et modice arcuatis, supra (ad tubera dorsualia) modice sinuatis; trapezii huis basis (inter tubera dorsualia et mamillas) 2·25 longa et duplo fere longior quam latus basi parallelum (anticum inferius) et dimidio longior quam trapezii altitudo. Tubera abdominis anteriora sive superiora posterioribus insigniter maiora, cum eis trapezium designant infra 1·8, supra 1·3 latum, ca. 1·0 altum. *Epigyna* (fig. 3, 4, 5) insigniter deorum prominet (an constanter?), a latere visa tuberculum format triangulare inaequilaterum, latere antico quam posticum insigniter longiore, a fronte visa insigniter latior, trapezica, lateribus rotundatis, apice inaequabiliter, modice excisa. In pariete postico, plano, epigyna sulcis ornatur duobus longitudinalibus, valde vadosis, inter se parallelis et multo minus quam a lateribus epigynae remotis; sulci hi in apice epigynae a se discedunt, tum vero, in pariete antico, primo anteriora versus, deinde intus, deniqui paullo retro curvati inter se coniun-

guntur et tuberculum definiunt cordiforme, quod multo latius est quam partes laterales epigynae et basim parietis antici non attingit. Partes laterales a fronte adspectae pone apicem partis mediae paullo prominent, insigniter longiores quam latiores sunt, apice extrinsecus rotundato angustatae et in latere interiore paullulo ita incisae, ut certo situ in uncum brevissimum desinere videantur.

Cephalothorax pallide fulvus, late et inaequabiliter fuligineo limbatus exceptâ parte mediâ clypei, qui in latere utroque vittâ fuligineâ ornatur ab oculo laterali deorsum et paullo intus descendenti et cum limbo coniunctâ. Dorsum vittâ fuligineâ pictum inaequali, cuius pars anterior in parte cephalicâ sita pentagona est, obscurius et pallidius fuliginea, ante aeque atque area oculorum lata, posteriora versus primo paullo dilatata, tum fortiter et aequabiliter angustata; pars thoracica vittae mediae, posteriora versus dilatata, cum limbo marginali coniungitur. Mandibulae umbrinae margine interiore fortius infuscato; maxillae inaequabiliter umbrinae, labium fuligineum apice pallidum. Sternum obscure umbrinum, in parte anteriore vittâ mediâ oblongâ et in lateribus maculis utrimque tribus, fulvis pictum. *Palpi* et *pedes* flavidi et pallide fulvi, colore fuligineo et rufo-umbrino picti; palporum pars femoralis subter vittâ angustâ ornatur basi in maculam, apice in annulum dilatatâ, pars patellaris tota obscura, pars tibialis apice, tarsalis in medio (late) annulata. Pedum coxae subter aut etiam in latere postico maculatae; trochanteres obsolete maculati; femora annulis ternis picti, annulorum color obscurior et pallidior, margines plus minusve inaequales; in pedibus sex anterioribus annuli maculis aut vittis interiectis ex parte inter se coniunguntur, in pedibus I adeo lati sunt (medius praesertim), ut partem maiorem internodii occupent; patellae (in dimidio basali obscuriores quam in apicali) annulis obscuris ternis ornatae dici possunt, ex parte parum expressis aut incompletis; tibiae basi pallidae, ceteras earum partes annuli tres obscuri et pallidiores duo occupant; metatarsi annulis binis, prope medium et in apice, tarsi annulo medio picti, melius expressis in pedibus IV quam in anterioribus, quorum metatarsi etiam prope basium vestigium annuli obscuri praebent. *Abdomen* fuligineo et umbrino variegatum, obscurius in lateribus quam in dorso (praesertim inter tubercula et mamillas), in lateribus punctis flavido-albis parce, in pariete antico abunde pictum; dorsi declivitas postica flavo-albida dense umbrino reticulata dici potest; area hoc colore

picta in parte anteriore optime definita colore fuligineo et castaneo, qui latus anticum et exterius tuberum anteriorum et latus exterius tuberum posteriorum occupat et tubera anteriora cum posterioribus coniungit; pone tubera area pallida primo deorsum in latera paullo dilatata, tum sensim angustata et paullo melius definita est; pone tubera anteriora, inter tubera posteriora, pone ea, area pallida fasciis transversis umbrinis, parum definitis, et pone fasciam postremam umbrâ oblongâ ornatur. Scuta pulmonalia flavida, ad eorum latus exterius punctum album; ventris pars media anterior abunde umbrino-albido punctata et in arcâ hac pari macularum parvarum umbrinarum, modice expressarum picta. Mamillae infimae umbrinae, supremae fulvae.

Unica femina lecta est in insulâ Maderâ.

Philodromus insulanus n. sp.

Femina. *Cephalothorax* 2·3 mm longus et latus. *Oculi* antici medii lateralibus paullo minores, ab eis ca. $^2/_3$ diametri, inter se duplâ diametro remoti, medii postici anticis fere aequales, inter se triplâ, a lateralibus posticis et a mediis anticis circiter duplâ et dimidiâ diametro remoti; area oculorum mediorum pone paullo plus quam diametro oculi latior quam ante et radio oculi fere latior quam longior; oculi laterales antici a posticis paullo longius quam medii antici a posticis remoti; clypeus leviter proiectus, parum altior quam intervallum oculi medii antici et postici. *Mandibulae* 0·73 longae. *Pedum* I femur 2·6, patella 1·23, tibia 2·27, metatarsus 1·95, tarsus 1·07, pedum II partes 3·25, 1·4, 2·75, 2·3?, ?, pedum III 2·4, 0·97, 1·8, 0·18, 0·87, IV 2·65, 1·0, 1·88, 2·23, 0·94 mm longae. Aculeis (quorum non pauci defracti sunt in exemplo nostro) his pedes ornati fuisse videntur: femora omnia supra 1.1.1, in latere antico antica 1.1, reliqua 1, patellae 0, tibiae subter 2.2 (nullo in apice), in lateribus 1.1.1, supra 1 (aut 1.1?, in pedibus II), metatarsi, praeter aculeos prope apicem sitos utrimque binos (?), subter 2.2, in utroque latere 1.1, supra 1. *Abdomen* 3·9 longum, paullulo pone marginem anticum 1·6, in $^2/_3$ longitudinis, ubi latissimum est, 2·5 latum, margine antico in medio exciso, ab eo usque ad partem latissimam lateribus fere rectis, pone subito angustatum lateribus sinuatis. *Epigyna* (fig. 14, 17) paullo mutabilis, parum indurata, sulcis ornata duobus a margine postico anteriora versus directis, spatium circiter 0·05 longum et latum includentibus, tum angulis

obtusis anteriora versus et foras flexis et in foveam anguste lunatam. ca. 0·13 longam dilatatis; apices antici fovearum ca. 0·19 mm inter se distant, margines earum exteriores interioribus paullo altiores; inter foveas epigyne paullo impressa est et foveam format subtriangularem, apice retro directo obtuso, ante plane apertam, pilosam. In alio exemplo sulcorum partes posticae longiores (ca. 0·08), ante paullo foras curvatae; partes anteriores multo fortius arcuatae quam in priore, cum posterioribus in angulum non obtusum sed recto paullo minorem coëunt; foveae eis extrinsecus definitae insigniter latiores.

Alius exempli cephalothorax 2·05 longus, pedum II partes 3·0, 1·15, 2·35, 2·05, 1·15 longae, abdomen 2·9 longum, 1·6 latum.

Cephalothorax humefactus avellaneo-albus aut isabellinus, colore umbrino et fuligineo minute ita striolatus et maculatus et punctatus, ut ornetur vittâ mediâ pallidâ, aeque latâ atque intervallum oculorum lateralium posticorum, et utrimque vittâ obscuriore. Vitta media in dorso partis thoracicae (non in declivitate posticâ) secundum medium leviter infuscata est, in parte cephalicâ posticâ maculam V-formem crassam albidam, minutissime modo fusco punctatam, mediocriter expressam, et ante eam V alterum, dilute fulvum, modo concolor, modo lineolis minutis confertis umbrinis pictum, parum expressum includit, inter V albidum et oculos lineolis ornatur duabus obscuris parallelis, inter se proximis, modo mediam aream oculorum attingentibus, modo multo brevioribus; spatium oculis interiectum in medio albidum, in lateribus colore umbrimo tinctum; oculi omnes cingulis albis plus minusve manifestis cincti. Clypeus ad marginem fasciâ ornatur umbrinâ aut fuligineâ, angulos laterales non attingenti, utrimque sursum fractâ versus oculos laterales anticos, quos modo attingit, modo non attingit. Ab angulis clypei vitta albida sub oculis lateralibus retro directa, in vittam cephalothoracis lateralem ingreditur, pone oculos laterales posticos plus minusve producta. Ipsi margines partis thoracicae plus minusve evidenter colore nigro suffusi; ad eos limbus albus angustus inaequalis, mediocriter aut parum manifestus. Vittae laterales cephalothoracis intus lineâ inaequali definitae, tamquam radiis brevissimis e vittâ mediâ pallidâ egredientibus incisae, supra (ad vittam mediam) dense — praesertim posterius — fuligineo striolatae et obscuriores quam in reliquis partibus, versus margines cephalothoracis umbrino punctatae, secundum medium autem pallidiores. Mandibulae colore

cephalothoracis, dorso umbrino aut fuligineo contaminato, apice pallido, prope medium fasciâ pallidâ transversâ, plus minusve expressâ ornato. Sternum cum coxis pedum et maxillis avellaneo album aut albido isabellinum, marginibus modo concoloribus modo anguste infuscatis; labium nigricans. *Palpi* et *pedes* colore cephalothoracis, illorum partes femoralis, patellaris (et tibialis) fusco punctatae, patellaris apice intus saltem plus minusve evidenter nigro marginata, tarsalis basi supra nigro maculata; pedum femora supra et in lateribus, patellae, tibiae, ex parte etiam metatarsi umbrino aut nigro punctata et minute maculata; femora posteriora ad apicem utrimque aut pone saltem maculâ maiore fuscâ ornata, patellae apice ex parte nigro marginatae, metatarsi apice plus minusve nigro annulati; pedes III vittâ ornati nigrâ inaequali, saepe interruptâ, in latere antico inferiore (ex parte in inferiore) patellarum tibiarum metatarsorum (in his nonnunquam parum expressâ); vittae similes plus minusve manifestae cernuntur in latere postico patellae (et tibiae) III et in latere utroque patellae IV. *Abdomen* (fig. 22) subter et in laterum parte inferiore avellaneo album aut pallide isabellinum; dorsum et laterum partem superiorem area occupat in universum cinerea aut umbrino cinerea, sat bene definita, coloribus pallidiore et obscuriore maculata, fuligineo minute punctata; e picturâ obscurâ imprimis distinctae esse solent maculae duae circiter in $^3/_4$ aut $^4/_5$ longitudinis sitae, aeque circiter magnae atque spatium oculis lateralibus et antico medio interiectum, formâ paullo variantes, triangulares fere, punctum album plerumque includentes, transverse positae, apice acuto foras directae, inter se circiter longitudine seriei anticae oculorum remotae, extrinsecus plerumque in lineam productae umbrinam, foras directam, anteriora versus curvatam, lateribus abdominis plus minusve parallelam, non longam. Maculae aliquot fuligineae parvae latera abdominis ad angulos posticos ornant. Vitta dorsualis lanceolata, quâ *Philodromi* ornari solent, parum aut mediocriter modo expressa, circiter medium dorsum attingens aut brevior. Color quam fundus areae pallidior, albidus, lineas format modo mediocriter modo perparum expressas, utrimque tres, obliquas: retro et foras directas; earum anticae ad basim vittae mediae lanceolatae initium capiunt, duae ad eius mediam partem, postremae apicem vittae eiusdem cum maculis fuscis transversis, supra commemoratis coniungunt. Mamillae colore abdominis, supraemae plus minusve colore fusco pictae. — Colore obscuriore aut

pallidiore, picturâ magis minusve expressâ variat haec species insigniter. Exemplorum non adultorum color obscurior, pictura melius expressa quam adultorum, ut in *Philodromis* non paucis aliis.

Exempla, quae vidi, valde detrita sunt; pubes, quae restat, e squamis constat valde angustis, plumatis, albis et pallide fulvis, opacis.

Speciei huius, quae fortasse nondum descripta est, feminae adultae duae et exempla non adulta pauca lecta sunt in insulâ Maderâ.

Mesiotelus maderianus Kulcz.

Mesiotelus maderianus Kulcz. 1899, l. c. pag. 417, tab. IX, fig. 112, 113.

Mas. *Cephalothorax* 1·65 mm longus, in parte latissimâ 1·4, supra basim palporum 0·84 latus, areâ oculorum 0·58 latâ. *Oculi* postici medii inter se diametro maiore, a lateralibus posticis et a mediis anticis spatio paullo minore remoti. *Mandibulae* 1·45 longae, modice proiectae, dorso in longitudinem leviter et paene aequabiliter convexo, levissime transverse plicato, ornatae in margine postico sulci unguicularis dentibus duobus sat fortibus, altero prope angulum mandibulae, altero prope basim unguis sito; dentes anteriores tres, in angulo et prope eum siti. *Labium* 0·34 latum, 0·29 longum, evidenter itaque latius quam longius, anteriora versus insigniter angustatum, apice late truncatum. *Sternum* 1·0 longum, 0·91 latum. *Palporum* (fig. 19, 20) pars femoralis 0·9 longa, patellaris 0·55 longa, 0·20 lata, basi leviter angustata, ceterum cylindrata fere, tibialis supra 0·52, cum processu 0·72 longa, 0·18 lata, subcylindrata (apicem versus levissime dilatata), leviter deorsum curvata, in latere exteriore apicis ornata processu corneo, compresso, 0·18 longo, duplo longiore quam latiore, porrecto, maiorem partem latitudine aequali, apicem versus, qui acutus est, angustato ita quidem, ut latus superius arcuatum, inferius vero obtuse angulatum sit; subter apex partis huius tumidus callum transversum format. Lamina tarsalis 0·7 longa, 0·37 lata, leviter asymmetrica, ovata, apice lateribus paullulo sinuatis angustata, basi oblique truncata; rostrum 0·13 longum; margo alveoli exterior in dimidio basali latus, sulco profundo ornatus. Stemma 0·48 longum, 0·29 latum, ovatum fere, modice convexum, a latere exteriore visum in medio fere altissimum et aeque circiter atque lamina tarsalis altum, inde basim versus sensim humilius, apicem versus valde inaequale. Bulbus e lobis tribus

compositus, quorum principalis, pallidus, partem suam exteriorem maiorem format, reliqui duo: „interior posticus“ et „interior anticus“, obscure colorati, basim summam et marginem lateralem interiorem mediocri latitudine occupant; lobus interior posticus basim et latus interius bulbi cingit, angustus est, pone leviter dilatatus; lobus interior anticus, priori et lobo principali interiectus, basim bulbi longe non attingit, pone angustus, anteriora versus modice dilatatus et sulco ornatus, foras curvatus in partem apicalem alveoli descendit; lobus principalis oblongus, latus, latitudine magnam partem subaequali, basi paullulo acuminatus, angulo apicali interiore in spinam excurrenti corneam, sat longam, gracilem, anteriora versus et paullo foras et deorsum directam, leviter arcuatam, apicem fere stemmatis ab imo adspecti attingentem; ad apicem lobus principalis in sinum rotundatum excisus est, qui pariete corneo lobi parum indurato pone et extrinsecus et ante cingitur, intus vero apertus est; sinus hic uncum continet corneum, spinâ commemoratâ breviorem, gracilem, fortiter arcuatum, basi fortiter dilatatum, anteriora versus et paullo foras directum, apice intus et deorsum curvatum; in fronte lobi principalis inter uncum et spinam tuber situm est rotundatum, obtusum, mediocriter induratum, ad id vero in parte anticâ exteriore uncus corneus latior brevior compressus, anteriora versus et foras directus, deorsum modice curvatus, in apice stemmatis fere situs. Paullo difficilius conspiciuntur: lamella cornea tenuis, paene triangularis, apice acuta, curvata, intus concava, unco apicali et fundo alveoli interiecta, ni fallor, partem lobi interioris antici formans, et lacinia mollis elongata (lobo principali profundius innata?), in parte stemmatis exteriore anticâ sitâ, pone reliquas partes stemmatis anteriora versus sub rostrum laminae tarsalis producta. *Pedum* aculei, in exemplo, quod vidi, plerique defracti, hi fuisse videntur: in femoribus supra 1.1, in anticis praeterea ante 1, in III et IV utrimque ad apicem 1, in patellis 0, in tibiis anterioribus subter 2.2 (nullus in apice), in posterioribus ante 1, pone 1.1, subter 1.1.2, in metatarsis anterioribus subter pone basim 2, in posterioribus utrimque 1, subter 2.2.3 (?); pedes anteriores similem in modum atque in feminâ ornati fuisse videntur aculeis tenuioribus. Pedum I femur 1·94, patella 0·97, tibia 1·94, metatarsus 1·68, tarsus 1·07, pedum II partes 1·68, 0·81, 1·58, 1·33, 0·99, pedum III 1·45, 0·65, 1·20, 1·39, 0·81, IV 2·07, 0·81, 2·01,

2·36, 1·03 mm longae. *Abdomen* 2·1 mm, cum mamillis 2·23 longum, 1·15 latum.

Ceterum in marem quadrant ea, quae de feminâ iuniore diximus l. c., mutatis mutandis.

Ins. Madera.

Chalcoscirtus sublestus (Blackw.).

Salticus sublestus Blackwall 1867. Notes on Spiders cet. (Ann. a. Mag. Nat. Hist., s. 3, v. 20. p. 7). — *Euophrys sublesta* Kulcz. 1899. Arachn. opera Rev. E. Schmitz collecta cet., p. 456, t. IX, f. 124, 125, 133.

Species haec manifesto generi *Chalcoscirto* Bertk. subiungenda est neque *Euophryi* C. L. Koch, propter mandibulas ad sulcum unguicularem pone inermes, abdomen maris scuto duriusculo tectum cet. Quadrangulus oculorum in mare pone evidenter angustior quidem est quam ante, neque rectangulus [1]), sed hac in re *Ch. sublestus* non differt a specie typicâ *Chalcoscirti, Ch. infimo* (E. Sim.), cuius quadrangulus oculorum etiam in feminâ tantum parallelus est.

Mas his rebus differt a feminâ adultâ:

Quadrangulus *oculorum* parum quidem sed evidenter angustior pone quam ante. Sulcus ordinarius *cephalothoracis*, qui etiam in feminis nonnunquam evanescit, valde obsoletus aut nullus. Limbus ille, cuius mentionem feci in descriptione feminae, marginem cephalothoracis formans, in exemplis nostris, probabiliter spiritu vini fortius contractis, non conspicitur; quod quidem in feminis etiam occurrit non raro. *Mandibulae* in latere antico interiore praesertim apicem versus sat fortiter deplanatae, dorso valde dense et sat fortiter impresso-punctato, apice intus longe et late rotundato-angustatae, ceterum latitudine subaequali, supra pilis paucis albis, in latere exteriore inferiore autem pilis nigris longis, deorsum directis, incurvatis ornatae. *Labium* aeque circiter longum ac latum mihi videtur. *Maxillae* apice transverse truncatae, angulis rotundatis: exteriore anguste, interiore sat late. *Sternum* ca. $^2/_5$ longius quam latius, circiter dimidio latius quam coxae IV subter longae. *Palpi* (fig. 23, 24) formâ paullo variantes, graciles, insigni longitudine; eorum pars femoralis, sursum directa (ut eam aranea plerumque

[1]) Cfr. diagnosim *Chalcoscirti* a Cel. E. Simonio prolatam in Histoire naturelle des Araignées, edit. 2, vol. 2, pag. 576

tenere videtur), apice dorsum cephalothoracis attingit; partis huius forma vulgaris; pars patellaris exempli maximi, quod vidi, triplo fere longior quam latior, a basi apicem versus leviter dilatata, pars tibialis circiter $^1/_4$ brevior, paullo angustior quam apex partis patellaris, latitudine ubique aequali, duplo et dimidio longior quam latior, apicem versus paullulo incrassata, ornata in latere exteriore apicis processu compresso, triangulari, modice gracili, longitudine ca. $^3/_4$ diametri partis tibialis aequanti, apice acutiusculo, in latere exteriore superiore minute scabro, anteriora versus et paullo foras directo, parti tarsali adpresso; subter ad apicem pars tibialis dente multo breviore, acuto, deorsum et anteriora versus directo instructa est. Lamina tarsalis dimidio longior quam pars tibialis, desuper visa eâ paullo tantum (ca. $^1/_5$) latior, lanceolata, asymmetrica, in parte basali quâdam brevi insigniter fortius in latere interiore quam in exteriore dilatata. Rostrum laminae tarsalis stemmate duplo brevius, apice deflexum. Stemma ab imo visum oblique ovatum dici potest, latere interiore quam exterius fortius curvato, paullo oblique positum, duplo longius quam latius; a latere exteriore visum pone aeque circiter atque lamina tarsalis altum, apice postico rotundato, sub partem tibialem non evidenter producto, anteriora versus sensim humilius Embolus, basi in lamellam rotundatam dilatatus, in parte stemmatis anticâ exteriore situs est, primo retro directus, tum foras et sursum, anteriora versus, denique paullo intus et deorsum curvatus, sub rostrum laminae tarsalis non longe productus, spinae formam habet nigricantis, gracilis, paullo, ni fallor, compressae. In exemplo nostro minimo pars patellaris et tibialis duplo longiores quam latiores, tibialis patellari parum brevior, lamina tarsalis partem tibialem cum dimidiâ patellari longitudine aequat. *Pedum* II tibia subter ad latus posticum aculeis 1.1 (prope medium et in apice), tibia III praeter aculeos laterales singulos subter prope medium et in apice aculeo 1 [1]), tibia IV subter prope medium aculeo 1, metatarsi posteriores, praeter aculeos apicales, in pedibus III subter prope medium 2, in IV in latere antico pone basim 1 ornati aut inermes. *Abdominis* dorsum scuto tectum nitidissimo anguste ovato, pone truncato, circiter $^7/_8$ longitudinis occupanti, mediocriter modo indurato, facile enim collabitur.

[1]) Aculeo subter prope medium sito etiam feminae ornantur, nonnunquam saltem.

Cephalothorax niger (etiam in feminis nonnunquam), mandibulae nigrae, apicem versus badiae, sternum et maxillae fuliginea, labium nigricans. *Palpi* nigro-fuliginei. *Pedum* posteriorum coxae subter flavidae, anticorum flavo-umbrinae, trochanteres flavidi, reliquae pedum partes obscurius et pallidius fuligineae (pedes anteriores posterioribus paullo obscuriores), patellae plus minusve evidenter et plus minusve late umbrino-flavae in parte basali, in pedibus IV nonnunquam totae hoc colore pictae, metatarsi posteriores basi plus minusve flavidi, tarsi reliquis partibus pallidiores in pedibus posterioribus saltem, III basi umbrini, apice flavidi, IV flavidi, pone basim umbrino annulati. *Abdomen* fuligineo-nigrum, in scuto dorsuali vestigia picturae pallidae similis atque in feminis plus minusve manifesta ostendit; reliquis maculis multo melius expressae esse solent maculae postremae, pone scutum sitae, isabellinae, inaequales, utrimque una. Venter obscure umbrinus.

Clypeus pube albâ mediocriter densâ tectus; cinguli oculorum anticorum mediorum colorem flavum plus minusve sentiunt; mandibulae supra pilis albis dispersis ornatae. Ceterum color cutis pube non evidenter mutatur (?).

Exempli maximi (et minimi, ad quod spectant numeri uncis inclusi) cephalothorax 1·4 mm (1·25) longus, in parte latissimâ 0·99 (0·84), sub oculis posticis 0·95 (0·80) latus, area oculorum ante 0·81 (0·73), pone 0·78 (0·70) lata, 0·63 longa, quadrangulus oculorum 0·55 (0·48) longus, mandibulae 0·6 (0·45) longae, palporum trochanter subter 0·25, pars femoralis 0·63 (0·47), patellaris (0·42) (0·27), tibialis 0·32 (0·24), tarsalis 0·49 (0·40), pedum I femur 0·78, patella 0·45, tibia 0·55, metatarsus 0·39, tarsus 0·27, (0·61, 0·35, 0·40, 0·32, 0·24), pedum II partes 0·66, 0·39, 0·48, 0·37, 0·265, (0·56, 0·34, 0·34, 0·31, 0·23), pedum III 0·69, 0·37, 0·44, 0·40, 0·31, (0·68, 0·34, 0·35, 0·37, 0·28), IV 0·73, 0·35, 0·52, 0·47, 0·35, (0·70, 0·32, 0·45, 0·40, 0·32) longae, abdomen 1·4 (1·05) longum, 0·9 (0·7) latum.

Ins. Madera.

Pellenes maderianus n. sp.

Mas. *Cephalothorax* 1·8 mm longus, in parte latissimâ 1·3, sub oculis posticis 1·23 latus, area oculorum ante 1·07, pone 1·15 lata, 0·91 longa, quadrangulus oculorum 0·74 longus. *Oculi* seriei secundae spatiis aequalibus remoti ab anticis lateralibus et a posticis,

hi ab eis $^7/_5$ diametri distantes; oculi antici, inter se proximi, marginibus superioribus lineam modice sursum curvatam designant, medii a margine clypei (aut potius a margine inferiore limbi albi) $^2/_3$ diametri remoti. *Mandibulae* 0·45 longae, dorso deplanato et paullo inaequali, transverse sat fortiter plicato, in sulci unguicularis margine postico dente 1 elongato-triangulari, mediocri armatae. *Sternum* ca. 0·5 latum, coxae I inter se ca. 0·3 remotae. *Palporum* (fig. 11, 12, 13) pars patellaris 0·23 longa, 0·21 lata, tibialis 0·11 longa, 0·19 lata, in latere exteriore processu ornata 0·16 longo, fere anteriora versus directo, parti tarsali adpresso, mediocriter gracili, inaequabiliter sursum curvato: latere inferiore recto, superiore sat fortiter concavo, apice paullo oblique truncato, angulo inferiore obtuso, superiore acuto sursum et anteriora versus directo. Lamina tarsalis 0·47 longa, in parte mediâ 0·26 lata, desuper visa elongato ovata fere, in parte $^1/_3$ exteriore dilatata in dentem triangularem, apice obtusum, plus duplo latiorem quam longiorem; qui dens revera carina est librata, a processu tibiali sat remota; inter eam et processum tibialem lamina excavata est. Rostrum laminae tarsalis circiter triplo brevius quam stemma; hoc mediocriter convexum, parum inaequale, subellipticum, quum ab imo adspicitur, circiter $^1/_6$ longius quam latius; embolus in latere interiore stemmatis paullo pone medium initium capit, basi latus, anteriora versus directus, sensim angustatus, anteriora versus et foras curvatus, basim mediam rostri attingit; embolo et stemmati interiecta est membrana oblonga, apice rotundata, ad apicem emboli pertinens. *Pedes* I modice incrassati, eorum femur 1·1, patella 0·68, tibia 0·74, metatarsus 0·57, tarsus 0·40 (unguiculis exclusis), pedum II partes 0·76, 0·48, 0·44, 0·40, 0·32, pedum III 1·2, 0·63, 0·66, 0·57, 0·40, IV 0·83, 0·32, 0·50, 0·52, 0·36 longae. Femora pedum sex anteriorum supra aculeis 1.1.1, pedum IV 1.1, in latere antico ad apicem femora I aculeo 1, II et III 2 armata, ceterum inermia videntur, patellae I inermes, II et III in latere antico aculeo 1 debili, III et IV in latere postico aculeo fortiore instructae, tibiae supra inermes, I subter aculeis 1 (ad latus posticum) 2.2, in latere antico prope medium 1, tibiae II subter pone 1.1.1, ante 1 (in apice), in latere antico prope medium 1, tibiae III utrimque 1.1, subter in apice 2, IV ante 1, pone 1.1, subter 2 in apice, metatarsi supra 0, I et II subter 2.2, III in dimidio basali ante et pone subter 1, in apice 6, IV ante 1 aut 2, pone 1 aut 1.1, in apice

aculeis 6 armati *Abdomen* 1·9 (cum mamillis 2·1) longum. 1·3 latum, formâ vulgari.

Cephalothorax humefactus niger, mandibulae badio-nigrae, apicem versus badiae, maxillae nigro-badiae, apice intus pallidae, labium nigrum, apice albidum, sternum nigrum. *Palporum* pars femoralis pallide flavida, basim versus colore nigro fortiter suffusa; partes patellaris et tibialis flavidae, lamina tarsalis fulva Coxae *pedum* I flavido umbrinae, reliquae flavidae; pedum I femora nigra, supra vittâ pallidiore perparum expressâ ornata, femora II nigro-fuliginea, supra per totam longitudinem vittâ flavo-umbrinâ duplici, pone vittâ umbrinâ utrimque abbreviatâ, perparum perspicuâ ornata, femora III fuliginea, supra vittâ flavo-umbrinâ, apicem versus dimidiatâ, subter prope medium maculâ oblongâ colore simili ornata, femora IV femoribus III similia, colore flavo-umbrino abundius picta: in latere postico fere toto et dorsi dimidio basali; reliquae pedum partes sordide flavidae, metatarsus I leviter infuscatus, patellae posteriores apicem versus, tibiae totae, metatarsi III toti, IV apicem versus infuscati. *Abdominis* dorsum badium, punctis pallidioribus adspersum et vittâ avellaneâ angustâ, parum inaequali, marginem anticum non attingenti ornatum, in margine antico fasciâ umbrinâ, parum perspicuâ, in latera paullo productâ cinctum; in utroque latere fasciae obliquae isabellinae duae; abdominis latera pallide badia, punctis fulvis in lineas obliquas congestis abunde ornata; venter isabellinus, epigastrium versus colore badio magis magisque ita suffusus, ut in fundo obscuriore lineis pallidioribus quatuor, posteriora versus inter se paullo appropinquantibus ornetur; tuberculum anale et mamillae supremae badiae, mamillae infimae isabellinae.

Dorsum *cephalothoracis* squamis angustis fulvis tectum, anteriora versus magis magisque confertis et paullo pallidioribus; squamae albo-isabellinae vittam utrimque formant mediocri latitudine a margine inferiore oculi postici posteriora versus et paullo intus directam, in declivitatem dorsi posticam, quae ceterum nuda est, paullo descendentem; latera squamis fulvis, parum congestis, in parte superiore ornata; margo eorum limbo albissimo, angusto, duplici cinctus; limbus superior in fasciam albissimam abit, quae clypei marginem occupat; oculi antici medii, et laterales ex parte, cingulis ferrugineis cincti, ceterum facies subnuda est. Mandibularum dorsum vittis angustis tribus, e squamis albis angustis constantibus,

apicem non attingentibus ornatum. Sternum et coxae subter squamis albis adspersa et albo pilosa, sternum etiam nigro pilosum. *Palporum* pars femoralis apice et pars patellaris squamis isabellino-albidis tectae, ceterum palpi obscure pilosi, pars tibialis modo squamis albis perpaucis ornata (?). *Pedum* anteriorum femora patellae tibiae subter sat longe albo et ex parte nigro pilosa, ceterum pedes pilis obscure coloratis et squamis isabellino-albidis non confertis ornantur. Dorsum *abdominis* in partibus badiis pilis rufis mediocriter congestis, in limbo antico et in fasciis lateralibus et in vittâ dorsuali squamis isabellino-albis tectum; latera abdominis squamis albidis adspersa, venter squamis et pilis albis modice dense tectus.

Mas unicus lectus est in insulâ Maderâ.

Explicatio tabulae.

1. *Zodarium maderianum* Kulcz., palpi sinistri maris partes patellaris, tibialis, tarsalis ab imo visae (× 66).

2. Eiusdem partes eaedem desuper visae (× 52).

3. *Ero quadrituberculata* Kulcz., epigyna a parte posticâ visa (× 66).

4. Eiusdem speciei epigyna a fronte visa (× 66).

5. Eiusdem speciei epigyna ab imo visa (× 66).

6. *Theridium pusillum* Kulcz., epigyna (× 66).

7. *Entelecara Schmitzii* Kulcz., maris facies cum mandibulis a fronte visa (× 34).

8. Eiusdem speciei cephalothorax maris desuper visus (× 34).

9. *Theridium pusillum* Kulcz., pars tibialis et tarsalis palpi sinistri maris ab imo visae (× 52).

10. Eaedem partes a latere exteriore visae (× 66).

11. *Pellenes maderianus* Kulcz., partes tibialis et tarsalis palpi sinistri maris desuper visae (× 52).

12. Eaedem partes ab imo visae (× 52).

13. Eaedem partes a latere exteriore visae (× 52).

14. *Philodromus insulanus* Kulcz., epigyna (× 66).

15. *Entelecara Schmitzii* Kulcz., epigyna (× 66).

16. Eiusdem speciei pars tibialis palpi dextri maris desuper visa (× 66).

17. *Philodromus insulanus* Kulcz., epigyna (× 66).

18. *Entelecara Schmitzii* Kulcz., pars tibialis palpi dextri maris a parte postica superiore visa (× 76).

19. *Mesiotelus maderianus* Kulcz., pars tarsalis cum apice partis tibialis palpi dextri maris a latere exteriore visa (× 52).

20. Eaedem partes ab imo visae (× 52).

21. *Theridium pusillum* Kulcz., abdomen maris non adulti.

22. *Philodromus insulanus* Kulcz., abdomen feminae, detritum.

23. *Chalcoscirtus sublestus* (Blackw.), pars tarsalis cum apice partis tibialis palpi sinistri maris a latere inferiore exteriore visae (× 52).

24. Eiusdem palpi partes tibialis et tarsalis a latere exteriore visae (× 52).

---

36. M. M. RACIBORSKI m. c. **Próba określenia górnej granicy ciśnienia osmotycznego umożliwiającego życie.** ***(Über die obere Grenze des osmotischen Druckes der lebenden Zelle).*** *(Sur la limite supérieure de la pression osmotique de la cellule vivante).* Mémoire présenté à la séancé du 5. Juin 1905.

Die Erfahrungen des täglichen Lebens sowie zahlreiche Untersuchungen haben erwiesen, daß die Entwickelung des Lebens in verschiedenen Konzentrationen neutraler Körper möglich ist. Es wurde bis heute zwar nicht untersucht, ob das Leben in absolut reinem, fast nicht zu erhaltendem Wasser möglich ist, doch wissen wir, daß verschiedene Pflanzen in destilliertem Wasser, andere in Meerwasser wachsen. ebenso manche Pilze in kondensierter Schweizermilch, welche etwa 50% Rohrzucker enthalten, manche Hefearten in der Häringslake, welche 15% Na Cl enthält, wachsen. Die Roh-Rohrzuckerfabrikanten beklagen sich doch zu häufig über enorme Verluste infolge der Invasion mancher Schimmelpilze, welche in den nicht ganz trocknen Säcken stattfindet; in der Literatur sind auch mehrere Beobachtungen über die auf im Salzwasser konservierten Tierhäuten auftretende Pilzvegetationen zu finden.

Die Fähigkeit der Anpassung an verschiedene Salzkonzentrationen ist bei verschiedenen Arten verschieden, so z. B. wächst Basidiobolus ranarum noch in 6% Na Cl, 11% KNO_3, 25% Traubenzuckerlösung (Raciborski). Cladosporium, Hormodendron und Dematium wachsen nach Schostakowitsch noch in 50% Saccharoselösung. Sehr hohe Konzentration verträgt nach Eschenhagen Aspergillus niger nämlich 17% Na Cl, sowie Penicillium glaucum 18% Na Cl, Eurotium repens wächst noch (Klebs I p. 465) in 20% Na Cl.

Es war die Aufgabe der weiter unten beschriebenen Versuche zu erforschen, ob das Leben bei noch höherer Konzentration möglich ist, und es war mein Streben. der oberen Grenze des das Leben noch nicht ausschließenden molekulären Druckes nahe zu kommen. Die Schwierigkeit war zwar nicht zu umgehen, daß einerseits das Maximum des molekulären Druckes uns bis heute unbekannt ist, andererseits unsere Kenntnisse von den hohen osmotischen Wir-

kungen nur auf mittelbarem Wege gewonnen sind; wir kennen doch keine so widerstandsfähige, halbdurchlässige Membran, mit Hilfe deren die hohen osmotischen Druckwirkungen unmittelbar, ohne Zerreißen derselben zu messen wären.

Um spätere Wiederholungen zu vermeiden, will ich gleich hier einige physikalische Daten, welche die Höhe der osmotischen Druckwirkungen einiger in meinen Untersuchungen gebrauchter Lösungen angeben, reproduzieren.

Saccharose $C_{12} H_{22} O_{11}$. Molekulärgewicht 342, osmotischer Druck der 1% Lösung bei der Temperatur 0° nach den bekannten Erfahrungen Pfeffers 0·69 Atmosphäre. Eine gesättigte Lösung enthält bei der Temperatur 0°, 64·18% Saccharose, und soll theoretisch eine Druckwirkung von $0{\cdot}69 \times 64{\cdot}18$ zur Folge haben.

Salpetersaures Natron, $Na NO_3$, bewirkt in der normalen also 8·49% Lösung bei der Temperatur 0° eine osmotische Druckwirkung von 37·2 Atm.; eine gesättigte — also 70·94% — Lösung gibt nach C. Dieterici gegen reines Wasser eine osmotische Druckwirkung von 272·16 Atm.

Salzsaures Natron Na Cl übt in der normalen also 5·85% Lösung bei der Temperatur 0° die osmotische Druckwirkung von 43·8 Atm., eine gesättigte — also 35·51% — Lösung einen osmotischen Druck gegen reines Wasser 349·11 Atm. aus.

Salzsaures Lithium, Li Cl, Molekulärgewicht 42·5, eignet sich sowohl wegen des niedrigen Molekulärgewichtes — sowie wegen seiner hohen Löslichkeit im Wasser (100 Teile $H_2 O$ lösen bei 0° C. 63·7 Li Cl, bei 20° C 80·7 Li Cl) zum Erreichen sehr hoher osmotischer Druckwirkungen. Ich finde zwar in der Literatur keine Angaben über die Höhe des osmotischen Druckes des salzsauren Lithiums, da jedoch nach C. Dieterici eine 10 n Li Cl, also eine 42·5% Lösung, die Dampfspannung $p^s = 2{\cdot}128$ mg Hg besitzt, mithin eine gesättigte Li Cl Lösung die Dampfspannung von etwa 0·5 mg Hg besitzen soll, so lassen sich nach der Gleichung Dieterici's die entsprechenden osmotischen Drucke von 965·3 resp. 2858·8 kg auf einen cm□ berechnen. Man soll jedoch beachten, daß das in alkoholischer Ätherlösung lösliche Lithium für manche Zellen möglicherweise durchlässig ist; für das salpetersaure Lithium wäre dies aus den Untersuchungen von J. Sachs über die Schnelligkeit des Wassertransportes zu folgern.

Eine lebende Zelle, welche in einer Lösung von höherer Konzentration wachsen kann, besitzt natürlich in ihrem Innern einen entsprechenden Turgordruck, welcher, falls die Zelle wächst, die osmotiche Druckleistung der Außenflüssigkeit übersteigt. Wie hoch der Turgordruck einer Zelle ist, welche schon in gesättigter $Na\,NO_3$ Lösung wächst, läßt sich leider auf plasmolytischem Wege nicht entscheiden.

Ich möchte vergleichshalber, bevor ich zu den Versuchen mit Schimmelpilzen übergehe, die Resultate einiger Keimversuche der Samen der Blütenpflanzen mitteilen. Die mit Alkohol ausgewaschenen, mit $2^0/_{00}$ Sublimat-Lösung sterilisierten, nachher mit ausgekochtem Wasser gewaschenen Samen waren in sterilisierten breiten Erlenmayer'schen Kolbengläsern auf mit entsprechender Salzlösung durchtränkter Watte ausgesät. Es waren folgende Lösungen gebraucht:

1. Reines Wasser,

2. $\frac{n}{128}$ Na Cl oder 0·04 gr Na Cl auf 100 cm^3 H_2O,

3. $\frac{n}{64}$ Na Cl oder 0·1 gr Na Cl auf 100 cm^3 H_2O

4. $\frac{n}{32}$ Na Cl oder 0·18 gr Na Cl auf 100 cm^3 H_2O

5. $\frac{n}{16}$ Na Cl oder 0·37 gr Na Cl auf 100 cm^3 H_2O; die osmotische Druckwirkung 2·7 Atm.,

6. $\frac{n}{8}$ Na Cl oder 0·73 gr Na Cl auf 100 cm^3 H_2O; die osmotische Druckwirkung der Lösung 5·41 Atm.,

7. $\frac{n}{4}$ Na Cl oder 1·46 gr Na Cl auf 100 cm^3 H_2O; die osmotische Druckwirkung 10·83 Atm.

8. $\frac{n}{2}$ Na Cl oder 2·92 gr Na Cl auf 100 cm^2 H_2O; die osmotische Druckwirkung 21·52 Atm.

Die Versuche waren bei der im Winter zwischen 13° — 18° C wechselnden Temperatur des Laboratoriums angestellt, welche natürlich eine unbedeutende Erhöhung der osmotischen Drucke verursacht hat. Über die Ergebnisse der erwähnten Versuchsanstellung be-

richtet die folgende Tabelle, in welcher + die Keimung, 0 die Keimunfähigkeit bedeutet.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Sinapis alba . . .	+	+	+	+	+	0	0	0
Salsola tragus . .	+	+	+	+	+	+	+	0
Triticum vulgare .	+	+	+	+	+	+	+	0
Lotus uliginosus .	+	+	+	+	+	+	0	0

Junge Pflanzen der Sinapis alba wachsen normal nur in der Lösung 1 und 2, schwach und schlecht in der Lösung 3, in der Lösung 4 (osmotischer Druk 1·4 Atm.) keimen sie zwar ohne Verspätung und normal, ihr hypokotyles Glied wächst in die Länge, doch die Wurzeln sterben bald ab; in der Lösung 5 (osmotischer Druck 2·7 Atm.) keimen die Samen mit einer Verspätung von 20 Stunden, die Wurzel stirbt bald ab, die Kotyledonen entwickeln sich nicht vollständig. In der Lösung 6 (osmotischer Druck = 5·41 Atm.) keimt Sinapis alba nicht mehr.

Lotus uliginosus keimt noch bei einer Konzentration von 5·41 Atm., doch stirbt das Würzelchen bald ab, das hypokotyle Glied erreicht höchstens eine Länge von 1 $^{m}/_{m}$ und stirbt auch. Schon die Lösung Nr. 4 wirkt hemmend auf die Keimung.

Triticum vulgare verspätet die Keimung schon in der Lösung Nr. 3. Die Lösung Nr. 4 modifiziert das Wachstum; die Blattspreite wird nämlich kurz und dick, in der Lösung Nr. 6 sterben die Würzelchen bald ab, in der Lösung Nr. 7 erreichen sie nur die Länge von 2—10 $^{m}/_{m}$ und sterben auch ab, die Blattspreite erreicht die Länge von 5 cm, entwickelt sich jedoch nicht in die Fläche.

Salsola tragus keimt noch in einer Lösung von 10·83 osm. Druck, ihr Wachstum wird schon in einer Lösung von 1·3 Atm. gehemmt.

Von den untersuchten Pflanzen ist Sinapis alba am empfindlichsten gegen höhere Konzentrationen der Nährlösung, ihr folgen Lotus, Triticum und Salsola. Die Keimung der Samen der erwähn-

ten Arten erfolgt noch bei einer Konzentration, welche das weitere Wachstum verhindert. Keine der untersuchten Blütenpflanzen keimt bei einer Konzentration = 21 Atm., obwohl die Mangrovepflanzen bei noch höherer Konzentration wachsen können.

Die Anpassungsfähigkeit der Schimmelpize an Lösungen von höherer osmotischer Wirkung ist, wie bekannt' bei manchen Arten sehr bedeutend. Um möglichst plastische Arten in dieser Hinsicht zu bekommen, warf ich in eine gewöhnliche Pilznährung, die mit Rohrzucker gesättigt war, im Frühling 1903 verschiedene Pilze, Stroh, faulende Blätter, etc. In dieser gesättigten Lösung haben sich zahlreiche Bakterien und Pilze entwickelt, die ich im Mai 1903 in eine mit salpetersaurem Natron gesättigte Nährlösung warf. Im Monat Juli des erwähnten Jahres sah ich nun in der gesättigten Natronsalpeterlösung zwei, zwar nicht fruktifizierende, doch verhältnismäßig üppig wachsende Schimmelpilze. Von diesen beiden Arten machte ich am 4/VIII 1903 meine ersten Reinkulturen Die Zusammensetzung der Nährlösung derselben war die folgende:

A. 5‰ Phosphorsaures Kali,
5‰ Schwefelsaures Magnesium,
1% Glukose,
1% Pepton.
Natronsalpeter bis zur vollständigen Sättigung der warmen Lösung.

B. Nährlösung wie bei A., doch statt des Natronsalpeters wurde reines Kochsalz bis zur Sättigung benutzt.

Die in Erlenmayerschen Kolben und flachen Schalen kultivierten Pilze wuchsen recht langsam, doch am Ende des Jahres 1904 waren zunächst in der Salpeter-, später auch in der Kochsalzlösung die ersten Sporen gefunden, welche es mir ermöglichten die betreffenden Spezies zu identifizieren. Während die Pilze auf der Oberfläche der Lösung, wie auch in den tieferen Schichten derselben wuchsen, bedeckten zugleich sehr zahlreiche Krystalle der betreffenden Salze die Bodenoberfläche und füllten auch den unteren Teil der Kolben und Schalen aus.

Die betreffenden Pilze waren:

1. Aspergillus glaucus, welcher im Innern der Flüssigkeiten weiße

Flocken, auf der Oberfläche fruktifizierende, blau-grüne, dicke Kämme bildete.

2. Torula species. In stark konzentrierten Lösungen bildet sie am Boden der Gefäße und zwischen den Salzkrystallen wachsende rein weiße fruktifizierende Flocken, die auf der Oberfläche der Flüssigkeiten viel reichlicher Sporen bilden. Die Sporen sind rosenkranzartig gebildet, oval, farblos, 2·5—3 μ dick, 3·5—4·5 μ lang. Solche farblose Exemplare, die nur in sehr stark konzentrierten Lösungen zu finden sind, wären nach der Systematik Sacardo's in die Gattung Oospora Wallr. Sectio I. „conidia albo-hyalina" zu rechnen. Derselbe Pilz, in weniger konzentrierten Lösungen kultiviert, z. B. in der normalen oder 2 *n* Na Cl Lösung, fruktifiziert reichlicher, die Sporen sind jedoch, in der Masse gesehen, rosa-violett, wären also in die Gattung Oospora Sectio II „conidia rosea, rubescentia vel coccinea" zu rechnen.

Wird endlich unsere Art in noch weniger konzentrierten Lösungen, oder auf Kartoffel kultiviert, dann bildet sie braun-violette, fast schwarze Überzüge, welche in die Gattung „Torula Persoon" zu rechnen sind. Es sind schon mehrere Torulaarten bekannt, welche in konzentrierten Salzlösungen gerne wachsen und unsere Art ist möglicherweise mit Torula pulvinata Farlow identisch.

Um ganz reine Kulturen beider Pilze zu bekommen, habe ich dieselben auf eine Na Cl gesättigte Agarlösung überimpft. Eine solche Agarlösung, in Petri'sche Schalen ausgegossen, bildet bald zahlreiche mit dem Austrocknen der Kultur immer zahlreichere Salzkrystalle. Beide Pilze wachsen auf diesem Agar ganz gut, obwohl langsam, häufig mit ihrem fruktifizierenden Mycelium die Salzhexaeder überziehend.

Indem ich beide Arten in gesättigter Kochsalzlösung, also in einer Lösung, deren osm. Druck bei Zimmertemperatur höher als 249 Atm. ist, kultiviert habe, wollte ich versuchen, ob das Wachstum bei einer noch höheren, vermittelst des salzsauren Lithiums erzeugten, molekulären Konzentration möglich ist. J. Gaunersdorfer hat zwar nachgewiesen, daß die Lithiumsalze den höheren Pflanzen schädlich sind, doch nach O. Loew sind sie in kleineren Gaben für niedere Pilze unschädlich. In einem Vorversuch wuchsen Aspergillus glaucus und Torula species in einer Nährlösung, welche 2·5 *n* Li Cl enthielt, wobei die Pilzdecken viel kleiner waren und später, als in einer izotonischen Na Cl Lösung fruktifi-

zierten. Dabei bildet Aspergillus niger auf der Oberfläche der 2·5 n Li Cl nicht weiße, sondern deutlich gelbe, erst im Momente der Sporenbildung ergrünende Decken.

Da 2·5 *n* Li Cl auf das Wachstum unserer Pilze zwar hemmend und modifizierend, doch nicht tötend wirkte, habe ich beide Pilze in eine gesättigte Li Cl Lösung, der ich außer gewöhnlichen anorganischen Salzen etwas Traubenzucker und Pepton zugesetzt hatte, am 2/II 1905 übersät. Da Li Cl stark hygroskopisch ist und Wasser aus der Luft anzieht, so lagen am 15/V 1905, also 100 Tage nach der Aussaat, nur in einer Erlenmayerschen Kolbe noch ungelöste Li Cl Drusen am Boden als Beweis, daß die Nährlösung ganz gesättigt war. Mit freiem Auge ist in diesen Gläsern kein Wachstum zu sehen, auch unter dem Mikroskop sind von dem Aspergillus glaucus blos tote, von der Na Cl Agarkultur übertragene Hyphen sichtbar. Dagegen wächst Torula species langsam weiter, ohne jedoch lange Hyphen zu bilden, sondern kleine, lose oder zu wenigen zusammenhängende, aber zugleich den gewöhnlichen Torulasporen ähnliche, etwas kleinere Zellen zu bilden. Da mir bis heute keine neutrale Lösung bekannt ist, welche einen höheren osm. Druck, als die gesättigte Li Cl Lösung erzeugen könnte, bin ich am Ziel meiner Untersuchungen gekommen.

Da mir verhältnismäßig alte, denn seit 2 Jahren an hohe Konzentrationen gewöhnte Pilzkulturen zur Verfügung standen, wollte ich dieselben benutzen, um die durch L. Errera bei einer ähnlichen Gelegenheit berührte Frage nach der Vererbung der erworbenen Eigenschaften zu beleuchten. F. W. T. Hunger kultivierte Aspergillus niger in gewöhnlicher Raulin'scher, sowie in solcher mit 6% Na Cl zubereiteter Nährlösung und hat sich dabei überzeugt, daß nur die Sporen der letzten Kultur in einer 18·4% Na Cl Lösung keimen, weiter daß in gewöhnlicher Raulin'scher Lösung am besten dieSporen keimen, welche ohne NaCl gezüchtet waren, und daß sogar in einer konzentrierten Na Cl Lösung diejenigen Sporen des Aspergillus niger keimen, die zwar von salzfreier Kultur stammen, die jedoch auf diese salzfreie Lösung von einer 6% Na Cl Lösung überimpft worden waren.

Ich habe die Sporen des Aspergillus glaucus aus der gesättigten Na Cl Lösung auf sterile Kartoffelstücke überpflanzt, wodurch das zeitraubende schrittweise Überimpfen des Pilzes in mehrere weni-

ger konzentrierte Lösungen vermieden werden konnte. Da die 3 Wochen alte Kartoffelkultur am 18 VI 1905 mit Sporen ganz überdeckt war, habe ich einerseits von dieser Kartoffelkultur, anderseits die Sporen von der gesättigten Na Cl Lösung zugleich

A. auf sterile Kartoffelstücke.

B. in mit Na Cl gesättigte Nährlösung,

C. in gewöhnliche Nährlösung ohne Na Cl übertragen.

Nach 48 Stunden war schon eine starke Differenz in den Kartoffelkulturen, die mit Sporen verschiedener Provenienz besät waren, sichtbar. Während nämlich die von einer Kartoffelkultur stammenden Sporen nicht nur eine dicke Decke bildeten, sondern sogar einzelne Konidienträger zu bilden angefangen haben, keimten in den aus gesättigter Salzlösung stammenden Kulturen nur wenige Sporen und die ersten Konidienträger waren in dieser Kultur erst nach 8 Tagen sichtbar.

Die in flüssigen Nährlösungen angestellten Kulturen ergaben 4 folgende Kombinationen:

Sporen aus	wurden ausgesät in
der gesättigten Na Cl —	*a)* der gesättigten Na Cl
	b) ohne Na Cl
einer Kartoffelkultur —	*c)* der gesättigten Na Cl
	d) ohne Na Cl.

a) In der Kultur *a)* sind alle Sporen ausgekeimt, die Hyphen wachsen sehr langsam und bilden zunächst keine Verzweigungen.

b) Keine Sporen sind ausgekeimt.

c) Sehr wenige Sporen sind ausgekeimt, die Hyphen wachsen langsam.

d) Alle Sporen sind ausgekeimt, wachsen rasch und fruktifizieren bald.

Die beschriebenen Versuche zeigen, daß die molare Konzentration der Lösung, in welcher Aspergillus glaucus ausgesät wurde, die Sporen desselben so beeinflußt hat, daß diese keimen oder besser keimen und ihre Hyphen besser wachsen zunächst in einer der mutterlichen izotonischen Konzentration. Diese durch die Mutterpflanzen der Sporen erworbene Eigenschaft erlischt sehr bald. Es verhalten sich doch in dieser Hinsicht ganz verschieden die Pflanzen, deren Sporen drei Wochen vorher auf Kartoffel überimpft worden waren, als solche, welche unmittelbar aus Na Cl Lösung stammen. Man muß aber zugleich berücksichtigen, daß die Sporenbildung

ein rein vegetativer Teilungsprozeß ist, daß also die erwähnten mit den Untersuchungen des Herrn Dr. Hunger übereinstimmenden Erblichkeitserscheinungen auch als langsam ausklingende Anpassung der vegetativen Zellen zu deuten sind.

Die formative Wirkung der konzentrierten Salzlösungen auf unsere beiden Pilze äußert sich zunächst in der starken Hemmung des Wachstums. Anders wie bei Basidiobolus ranarum (Raciborski), dagegen übereinstimmend mit Eurotium repens (Klebs 460), hindern die hohen molären Konzentrationen die untersuchten Schimmelpilze nicht daran, reichlich Konidien zu bilden. Merkwürdig erscheint die Abhängigkeit der Farbstoffbildung bei Torula species von der Konzentration der Lösung. Ebenso hervorzuheben wäre die Tendenz der Torula, mit höherer Konzentration immer weniger lange Hyphen, immer häufiger ovale, kurze, konidienähnliche Zellen zu bilden.

Nebenbei will ich hier noch ein anderes Beispiel der Wirkung höherer Konzentration auf die chemische Ausbildung der Pilzzellen erwähnen, welches ich vor längerer Zeit bemerkt, doch nicht näher verfolgt habe. Die äußerst leicht zu kultivierenden javanischen Pilze Aspergillus Penicilopsis sowie Penicilopsis Solmsii bilden in 20% Glukoselösung zahlreiche, kurze Zellen mit stark verdickter Innenwand; diese durch Jod-Jodkalilösung blau sich färbende Membranverdickung tritt in wenig konzentrierten Nährlösungen gar nicht auf; in solchen Nährlösungen bilden die Pilze überhaupt keine unmittelbar mit Jodlösung blau sich färbenden Hyphen.

Nun will ich noch die Frage berühren, auf welche Weise die an das Leben in einer konzentrierten Kochsalz- oder Li Cl-Lösung angepaßten Zellen das Auftreten des enorm hohen osm. Druckes, welcher sicher alles Wachstum töten würde, verhindern. Die Kulturen in gesättigter Kochsalzlösung eignen sich gut als Beweis dafür, daß die Kochsalzmoleküle durch die lebende Plasmahaut in das Innere der Zelle nicht eindringen, und daß die Turgorspannung der wachsenden Zellen nicht durch von außen eingedrungene Moleküle verursacht wird. Nach Zusatz von Alkohol scheiden sich in der gesättigten Kochsalzlösung zahllose Krystalle aus, ebenso in

der Na Cl - Agargallerte. Keine Krystalle dagegen sind gleichzeitig im Inneren der Pilzzellen zu sehen und wir müssen im Einklang mit anderen Forschern annehmen, daß die osm. wirksamen Stoffe im Innern der lebenden Zelle selbstregulatorisch gebildet werden.

Der osm. Druck einer Zelle, welche bei der Temp. von 20° C. in der gesättigten Na Cl Lösung (also in einer Lösung, deren osm. Druck nach Dieterici etwa 375 Atm. hoch ist) wächst, muß jedenfalls höher sein als der Außendruck. Ist der osm. wirksame Innenkörper der Zelle kein Elektrolit, oder dürfen wir eventuell die Dissoziation außer acht lassen, dürfen wir weiter, was höchst wahrscheinlich der Wirklichkeit nicht entspricht, die osm. Wirkung desselben bei höherer Konzentration als proportionell der Zahl der Moleküle annehmen, dann sollten wir von dem fraglichen Körper eine wenigstens 15 *n* Lösung — als in der Zelle vorhanden — annehmen müssen. Das Molekulärgewicht des fraglichen Körpers muß also kleiner als $\frac{1000}{15} = 66$ sein.

Sollte der fragliche Körper ein Kohlehydrat, oder dessen Derivat sein, was nach den Untersuchungen O. Mayendorffs höchst wahrscheinlich ist, so zwingt uns die oben dargestellte Berechnung, alle Kohlehydrate, welche mehr als 2 Kohlenstoffatome in der Molekel haben, aus der Betrachtung auszuschalten. Es bleibt nur die Glykolose $C_2 H_4 O_2$, (eventuel ihre Derivate) übrig, ein zwar bis jetzt in lebenden Zellen nicht gefundener (auch nicht gesuchter) Körper, welcher den oben dargelegten Betrachtungen entspricht. Zahlreiche der Glykolose verwandte Körper der Glykolreihe sind längst in den Zellen bekannt.

Obwohl der fragliche, längst gesuchte, bis heute nie dargestellte osm. wirksame Körper der Zelle uns unbekannt ist, sind wir doch in der Lage, eine Reihe seiner Eigenschaften angeben zu können. Er ist nämlich ein farbloser, in Wasser äußerst leicht löslicher, in Fetten unlöslicher Körper (da er sonst durch die Plasmahaut nach Außen dringen müßte), welcher leicht (wahrscheinlich durch Polimerisation) größere Moleküle bildet von geringerem Molekulärgewicht als 66.

Wie jedoch das Wachstum bei noch höherer molekulärer Konzentration, nämlich in gesättigten Lösungen des Li Cl zu erklären wäre, ist mir ganz rätselhaft geblieben. Nach den Untersuchungen Dieterici's ist zwar die Kurve des osmotischen Druckes

bei starken Konzentrationen nicht proportionell zu derjenigen der Molekelzahl, sondern steigt viel steiler in die Höhe. Andererseits wäre angesichts der Untersuchungen von J. Sachs über die Schnelligkeit des Wassertransportes in den Pflanzen anzunehmen, daß Lithiumsalze, speziell Lithiumsalpeter in die lebende Zelle eindringen können. Man wäre sogar versucht, die Löslichkeit des Chlorlithiums in Alkoholäther nach Overton's Theorie als zu Gunsten des Eindringens des Li Cl in die lebende Zelle zu deuten. Die plasmolytischen Versuche, die ich deshalb mit den Epidermiszellen der Tradescantia discolor angestellt habe, sprechen jedoch entschieden gegen die Annahme einer Permeabilität der erwähnten Zellen für die Moleküle des Li Cl. Diese Epidermiszellen werden spurweise durch 1% Li Cl Lösung, sehr deutlich durch 1·1% Li Cl Lösung plasmolysirt Die Plasmolyse wird jedoch — sogar nach 24 Stunden — nicht ausgeglichen, als Beweis der Impermeabilität der Plasmahaut der Tradescantia für Li Cl. Es ist wahrscheinlich, daß bei Torula sp. in den Lösungen des Li Cl der osmotisch wirksame Körper im Inneren der darin wachsenden Torulazellen gebildet wird und infolge der starken Konzentration einen so großen osmotischen Druck bewirkt, daß eine Turgorspannung das Wachstum der Zellen ermöglichen kann.

---

36. MM. CZERSKI ST. et NUSBAUM J. m. c. **Przyczynki do znajomości procesów regeneracyjnych u Capitellidae.** ***(Beiträge zur Kenntnis der Regenerationsvorgänge bei den Capitelliden).*** *(Recherches sur la régénération chez les Capitellides).*

Eine Reihe von Experimenten über die Regeneration von *Capitella capitata* Fabr. wurde von uns in der Zoologischen Station in Neapel im Winter 1904 vorgenommen. Frisch gefangenen Würmern wurden die 15—30 hinteren, oder die 5—10 vorderen Körpersegmente abgeschnitten. Die operierten Exemplare wurden dann in flachen, überdeckten Gefäßen mit Seewasser gehalten, welches einmal täglich erneuert wurde. Die Würmer befanden sich unter solchen Umständen sehr wohl, während aber die Individuen mit operierten hinteren Körperabschnitten ganz gut sich regenerierten, unterlagen diejenigen mit abgeschnittenen Vordersegmenten nur einer sehr unvollkommenen Regeneration, oder richtiger gesagt, es fand bei den-

selben keine eigentliche Regeneration, sondern lediglich ein Wundverschluß statt.

Was das Hinterregenerat anbetrifft, können wir Folgendes mitteilen.

Nach erfolgter Durchschneidung des Wurmkörpers ragt der Darm etwas nach außen hervor und indem die freien Ränder desselben sich in der Richtung nach der Peripherie bei gleichzeitiger Zusammenziehung der Körperwand umbiegen, erfolgt ein provisorisches Zusammenkleben der Darmwand mit der Körperwand. Es entsteht also auch hier, sowie bei der Amphiglene und Nerine, nach den früheren Untersuchungen eines von uns [1]), ein provisorisches, entodermatisches Schildchen, welches mit seinen Rändern mit der Körperwand zusammenhängt und mit einer provisorischen Analöffnung in der Mitte versehen ist. In der Mehrzahl der Fälle ist das Hinausragen des durchschnittenen Darmes an der ventralen Seite etwas stärker, als an der dorsalen. Überhaupt aber ist das erwähnte Schildchen bei der Capitella viel schwächer entwickelt, als z. B. bei Amphiglene, Dasychone, Nerine, da sich die Umbiegung der Darmränder nach außen hier in viel geringerem Grade manifestiert.

Das provisorische Zusammenwachsen der Darmränder mit dem Ektoderm, das heißt der Verschluß des zirkulären Schlitzes, welcher zwischen dem Darmrande und der Körperwand nach dem Durchschneiden des Körpers offen bleibt, erfolgt mit Hilfe der Epithelzellen der Körperwand, die unregelmäßig an dem Wundrande sich anhäufen und mit Hilfe der von den durchschnittenen Muskeln sich ablösenden Muskelzellen, wie auch vermittelst einzelner, gegen die Wundfläche migrierenden Blutkörperchen. Dieses Zusammenwachsen haben wir bei Exemplaren $4^1/_2$ Stunden nach der Operation beobachtet.

Das sehr hohe, blasse zylindrische Darmepithel des Schildchens, das bald seine Wimpern verliert, stößt direkt an das vermittelnde oben erwähnte Gewebe. Erst später kommt es zur definitiven Verwachsung dieses Epithels mit dem Hypoderm. In einigen Fällen beobachteten wir den Verlust eines nicht unbedeutenden Teiles des

[1]) J. Nusbaum. Vergleichende Regenerationsstudien. Über die Regeneration der Polychaeten Amphiglene mediterranea Leyd. u. Nerine cirratulus Delle Ch. mit 4 Tafeln. Zeitschrift für wiss. Zoologie. 1905.

alten Gewebes an der Wundfläche und zwar biegt sich die durchschnittene Körperwand manchmal an ihrem freien Rande nach außen um und bildet hier eine Art Kragen, welcher sich dann ablöst und zu grunde geht.

Nach dem definitiven Zusammenwachsen der Darmwand mit dem Hypoderm (Ektoderm) der Wundfläche, welches zu einem hohen, zylindrischen, aus dicht zusammengedrängten Zellen bestehenden Epithel wird, erscheint eine kleine Einstülpung dieses Epithels an der Afteröffnung, eine Einstülpung, welche hier zwar viel geringer als bei anderen, von uns untersuchten Polychaeten, aber trotzdem so distinkt ist, daß man behaupten kann, der Rand des definitiven Afters sei vom Ektoderm begrenzt, während das neugebildete Rektum, welches durch einen kleineren Durchmesser leicht vom Mitteldarme unterschieden werden kann, größtenteils durch die alte Darmwand (Entoderm) neugebildet wird. Die kleine ektodermale Aftereinstülpung sieht man gut am 4. Regenerationstage. Wir müssen jedoch dabei bemerken, daß bei einigen Exemplaren diese Einstülpung kaum zu bemerken war.

Wir gehen zur Regeneration der mesodermalen Gebilde über. Unter diesem Namen verstehen wir die Muskulatur der Körperwand und des Darmes, wie auch die bindegewebigen und muskulösen Elemente der Dissepimente. Während bei anderen, von uns untersuchten Polychaeten in der Regeneration der mesodermalen Gebilde das Ektoderm des Regenerationskegels die Hauptrolle spielt und die alten mesodermalen Gewebe sich in sehr geringem Grade an diesen Prozessen beteiligen, ist die Teilnahme des alten Mesoderms an der Bildung der neuen Gewebe bei den Capitelliden viel bedeutender. An der Bauchseite der Regenerationsknospe erscheinen nämlich zu beiden Seiten der Bauchmarkanlage zwei verhältnismäßig enge Zellenstreifen, welche die Produkte einer lokalen Proliferation des parietalen Peritonealblattes des alten Wurmkörpers darstellen. Diese paarigen Zellenwucherungen reichen nach oben bis zur Wand des Darmes, wo auch das splanchnische Peritonealblatt des alten Wurmkörpers an entsprechenden, paarigen Stellen eine Zellenwucherung zeigt, und mit den ventralen, oben erwähnten Zellenanhäufungen sich vereinigt, so daß von nun an jederseits von der ventralen Bauchwand des Darmes bis zur Körperwand ein solider Zellenstreifen verläuft, der etwas schief die Leibeshöhle durchzieht, und zwar

oben mehr gegen die Medianebene des Körpers, ventral nach den Seiten gerichtet.

Gleichzeitig mit der Bildung dieser beiden Zellenstreifen peritonealen Ursprunges erscheint eine rege Zellenproliferation im Ektoderm des Regenerationskegels und zwar auf der Bauchseite, beiderseits der Anlage des Nervensystems, unmittelbar an der Grenze des Analsegmentes, das sich inzwischen differenziert hat. Am 3—6 Regenerationstage kann man diese Proliferation des Ektoderms sehr gut beobachten. Diese beiden Zellenanlagen, lösen sich, mit denjenigen peritonealen Ursprunges vereinigt, mehr nach vorne vom Ektoderm sehr bald ab, bleiben aber hinten an der Grenze mit dem Analsegmente noch eine längere Zeit mit dem Ektoderm verbunden. Zu dieser Zeit (4. Regenerationstag) läßt sich schon keine Grenze zwischen den vom Peritoneum und denjenigen vom Ektoderm gebildeten Zellenstreifenabschnitten beobachten, da aber durch eine helle Linie die beiderseitigen Streifen sehr früh, wie erwähnt, vom Ektoderm der Regenerationsknospe distinkt abgegrenzt sind und nur ganz hinten noch eine längere Zeit mit demselben zusammenhängen, könnte man bei etwas flüchtigem Studium der Präparate leicht zu dem irrtümlichen Schlusse gelangen, daß die beiden Zellenstreifen sich ganz unabhängig vom Ektoderm entwickeln und nur sekundär innig demselben anliegen. Aber beim Vergleiche verschiedener Stellen der Längs- und der Querschnitte in jüngeren und älteren Regenerationsstadien kann man sich von der Teilname des Ektoderms an der Bildung der erwähnten Zellenstreifen unbedingt überzeugen. Wo Wucherung des Ektoderms stattfindet, sieht man in demselben sowohl mitotische wie auch direkte Kernteilungen und sehr oft findet man ein keilförmiges Austreten einzelner, langer, spindelförmiger Zellen aus dem Verbande des Epithels und ein Eindringen derselben zwischen die Zellen des Streifens.

Diese paarigen Zellenstreifen, die, wie gesagt, zu beiden Seiten der Bauchmarkanlage verlaufen, können als „Mesodermstreifen“ bezeichnet werden, indem sie in der Richtung von vorne nach hinten einer segmentalen Differenzierung unterliegen und den Dissepimenten der Leibeshöhle, dem Peritoneum und der Leibesmuskulatur den Anfang geben, analog den Mesodermstreifen in der ontogenetischen Entwicklung. Im allgemeinen erfolgt die Differenzierung der Dissepimente auf ähnliche Weise, wie es einer von uns bei manchen anderen Polychaeten beschrieben hat (l. c.). Eine große Ver-

schiedenheit im Vergleiche mit diesen letzteren besteht darin, daß bei den Capitelliden sich kein so enger Zusammenhang zwischen der Bauchmarkanlage und den Anlagen irgendwelcher mesodermalen Gebilde zeigt.

Die Bauchmarkanlage regeneriert sich aus dem Ektoderm des Regenerationskegels und zwar entsteht in diesem letzteren seiner ganzen Länge nach eine paarige Anlage des Bauchmarks, welche dann allmählich vom Ektoderm sich ablöst; dabei ist von ihrem ersten Erscheinen an die Anlage in eine Reihe von dicht hintereinander liegenden Zellenhäufen differenziert, welche den späteren Bauchmarkganglien entsprechen. Es differenziert sich hier auch in der ganzen Anlage ein Streifen höherer, zylindrischer Zellen mit verästelten Ausläufern am freien Ende, in der Mitte zwischen den beiden lateralen Abschnitten der Bauchmarkanlage, ähnlich wie es auch bei manchen anderen Polychaeten einer von uns beschrieben hat, und wie auch Eugen Schultz[1]) bei den von ihm untersuchten Polychaeten angegeben hat. Was die wichtige Frage anbelangt, ob die Elemente des alten Bauchmarks an der Bildung des neuen sich beteiligen, oder ob nur ausschließlich das neugebildete Ektoderm das neue Bauchmark liefert, konnten wir hier die betreffenden Verhältnisse nicht so klar beobachten, wie bei anderen Polychaeten. Niemals sahen wir aber Mitosen oder Bilder einer direkten Kernteilung im alten Bauchmarke an der Grenze mit dem Regenerationskegel, während in der ektodermalen Anlage des neuen Bauchmarks sehr oft Mitosen hervortreten. Wir schließen daraus, daß auch bei den Capitelliden die Zellen des alten Bauchmarks in den Regenerationsprozessen des neuen keine Rolle spielen und daß nur wahrscheinlich die alten Nervenfasern in die neue ektodermale Bauchmarkanlage hineinwachsen. Diese Resultate stimmen also mit denjenigen zusammen, welche einer von uns bei anderen Polychaeten und bei den Enchytraeiden[2]) erhalten hat, wo man übrigens die betreffenden Verhältnisse viel leichter konstatieren kann.

Was die Regeneration des vorderen Endkörpers anbelangt, so haben wir nach Abtrennung der 5—10 vordersten Segmente niemals

[1]) E. Schultz. Aus dem Gebiete der Regeneration. Zeitschr. für wiss. Zoologie, 1899. Bd. LXVI.

[2]) J. Nusbaum. Vergleichende Regenerationsstudien. I. Teil. Polnisches Archiv für biolog. u. mediz. Wissensch. Bd. I, 1901.

eine wirkliche Regeneration, vielmehr nur einen Wundverschluß beobachtet. Es ist möglich, daß bei gewissen besonderen Bedingungen auch hier, wie bei anderen Polychaeten, eine Kopfregeneration zu stande kommt, da wir jedoch unter gleichen Umständen Würmer mit abgeschnittenen hinteren Körpersegmenten und solche mit fehlendem vorderen Körperabschnitte gehalten haben, wobei die Exemplare der ersten Kategorie sich alle ohne Ausnahme regenerierten, während diejenigen der zweiten niemals eine echte Regeneration zeigten, so sind wir berechtigt zu behaupten, daß unter gewöhnlichen Bedingungen sich der Vorderteil des Capitellidenkörpers nicht regeneriert, sogar nach Abtragung einer geringeren Anzahl vorderer Segmente (5—10), als hinterer (15—30).

Die Art und Weise des Wundverschlusses ist sehr interessant; man sieht hier, so zu sagen, Bestrebungen zur Regeneration, aber der eigentliche Prozeß kommt nicht zu stande. Zuerst dringt ein sehr ansehnlicher Wandabschnitt des durchschnittenen Darmes sackförmig durch die Körperöffnung nach außen heraus und biegt sich um, so daß die innere Oberfläche des ganzen Abschnittes nach außen gerichtet wird. Diese Umbiegung ist hier viel größer, als in den von einem von uns beobachteten Fällen, wo die eigentliche Regeneration stattfindet. Indem nun die freien Ränder dieses sackförmig erweiterten und nach außen vorgestülpten Darmabschnittes, welcher vorn in der Mitte eine provisorische Mundöffnung besitzt, mit den Wundrändern der Körperwand zusammenkleben, füllt sich die Höhle des Sackes mit der Leibeshöhleflüssigkeit und mit zahlreichen Blutkörperchen. Solche Bildungen haben wir bei Exemplaren 9 Stunden nach der Operation gesehen.

Dann verschließt sich gänzlich die provisorische Mundöffnung, und zwar so, daß der Sack von nun an von einer ununterbrochenen Wand begrenzt wird und in einer kleinen Entfernung von derselben das blinde Ende des verschlossenen Darmes zu liegen kommt. Das sieht man schon in den ersten Tagen nach der Operation.

An folgenden Tagen z. B. am 10.—12. bleibt das Vorderende des Darmes noch immer weiter geschlossen, der vordere bisher birnförmige Sack flacht sich ab, seine Wand, die eine gewisse Zeit von ziemlich weit voneinander entfernten Epithelzellen gebildet war, besteht jetzt aus dicht nebeneinanderstehenden, zylindrischen Epi-

thelzellen, welches Epithel schon ohne deutliche Grenze in das alte Epithel der Körperwand übergeht.

Am vorderen, blinden Ende des Darmes häuft sich gewöhnlich viel Bindegewebe an, welches einen dicken das blinde Darmende mit der Vorderwand des Körpers verbindenden Strang bildet. Das durchschnittene Bauchmark regeneriert sich nicht und wird an seinem vorderen Ende gleicherweise vom Bindegewebe umwachsen, welches den Bauchstrang mit der vorderen Körperwand verbindet. In einigen Fällen sahen wir, daß der aus dem Bauchmarke auslaufende Bindegewebsstrang mit demjenigen am blinden Ende des Darmes sich verbindet und mit der vorderen Körperwand verwächst.

Es ist auch interessant, daß am vorderen Körperende sehr oft Borstenfollikel und Borsten im Ektoderm sich entwickeln, ein Beweis, daß hier keine normale Regeneration stattfindet.

Niemals sahen wir die Bildung einer definitiven Mundöffnung und die Ausbildung der Gehirnanlage. Selbst bei Individuen 25—27 Tage nach der Operation konnten wir keine eigentlichen, regenerativen Prozesse konstatieren

---

38. MM. ST. BONDZYŃSKI, ST DOMBROWSKI et K. PANEK. **O grupie kwasów organicznych zawierających azot i siarkę, składników prawidłowych moczu ludzkiego.** (*Über die Gruppe von im normalen Menschenharn enthaltenen stickstoff- und schwefelhaltigen organischen Säuren*). (*Sur un groupe des acides organiques renfermant de l' azote et du soufre, contenus dans l'urine normale de l'homme*). Mémoire présenté par M. N. Cybulski m. t.

In weiter Verfolgung der Befunde von Bondzyński und Gottlieb [1]) sowie von Bondzyński und Panek [2]) über die Ausscheidung von stickstoff- und schwefelhaltigen organischen Säuren nämlich von Oxyproteinsäure, sowie von Alloxyproteinsäure als Produkten des normalen Stoffwechsels im Menschenharn wurde die Frage erörtert, ob die genannten Körper die einzigen im Harn enthaltenen stickstoff- und schwefelhaltigen Säuren sind, oder ob vielmehr dieselben

[1]) „Über einen bisher unbekannten Harnbestandteil die Oxyproteinsäure" Centralblatt f. d. med. Wiss. J. 1897 N. 33.

[2]) „Über Alloxyproteinsäure, einen normalen Harnbestandteil" Bulletin de l'Academie, des sciences de Cracovie, Octobre 1902.

nur Glieder einer eigentümlichen Gruppe von Verbindungen darstellen. Gewisse Schwankungen in der Zusammensetzung haben nämlich die letztere Annahme von vornherein näher gelegt, was wirklich auch zutraf.

I. Antoxyproteinsäure.

Daß nach Entfernung der Alloxyproteinsäure oder eigentlich der Körper der Alloxyproteinsäuregruppe das Filtrat von der Bleifällung in der Tat wenigstens zwei verschiedene Körper enthielt, wurde uns bald klar, als wir uns zur Fällung der Oxyproteinsäure statt des früher benutzten Quecksilbernitrats des Quecksilberazetats bedienten, welches bei der Darstellung der Alloxyproteinsäure bereits verwendet wurde. Zur Fällung der Körper der Oxyproteinsäuregruppe mit Querksilberazetat wurde der Harn anfangs auf folgende Weise vorbereitet: Nach der Entfernung der Phosporsäure mit Kalk- und der Schwefelsäure mit Barythydrat und dem Ausfällen des Kalk- und Barytüberschusses mit Kohlensäure wurde der Harn bis zur Konsistenz eines dünnen Sirups in vacuo bei etwa 55° C. eingeengt, durch abwechselndes Einengen und Erkaltenlassen und dabei erfolgende Krystallisationen von einem großen Teil des Natriumchlorides, sowie teilweise vom Harnstoff befreit, und dann mit einem Alkoholäthergemisch (2 : 1) mehrmals ausgezogen; der im Alkoholäther unlösliche Rückstand wurde nun in Wasser gelöst und behufs Entfernung der Alloxyproteinsäure, resp. etwaiger Körper der Alloxyproteinsäuregruppe mit Bleiessig gefällt. Der Bleiniederschlag diente zur Darstellung der Alloxyproteinsäure. Die Oxyproteinsäure und event. ihr verwandte Säuren mußten im Filtrate von dieser Fällung gesucht werden. Zu diesem Filtrat wurde nun nach dem Entfernen von Blei mit Natriumkarbonat, dem Neutralisieren der alkalischen Flüssigkeit mit Essigsäure, dem Einengen und schwachem Ansäuren 20% Lösung von Quecksilberazetat zugesetzt, und zwar so lange, als sie noch eine Fällung erzeugte. Es entstand ein sehr reichlicher Niederschlag, es fiel jedoch gleich auf, daß die von demselben filtrierte Flüssigkeit beim Neutralisieren mit Soda einen noch ebenso starken, oder vielleicht noch reichlicheren Niederschlag lieferte. In der Tat, während der letztere, beim Neutralisieren mit Soda gebildete Niederschlag, wie wir das später darlegen werden, das Quecksilbersalz der Oxyproteinsäure darstellte, bestand der vorherige, also aus saurer

Lösung ausgefällte, aus dem Quecksilbersalze einer noch unbekannten Säure, welche wir Antoxyproteinsäure *(Ante)* nennen. Dieser Niederschlag wurde mit Schwefelwasserstoff zerlegt. Die Säure wurde nach Vertreibung des Schwefelwasserstoffes mittels Durchsaugen von Luft noch einmal mit Quecksilberazetat aus saurer Lösung gefällt, der erhaltene Niederschlag wiederum mit Schwefelwasserstoff behandelt und die vom Schwefelwasserstoff befreite Säure zur Entfernung der etwa mitgerissenen Säuren der Alloxyproteinsäuregruppe mit frisch gefällten Bleihydroxyd ausgeschüttelt. Nach dem Ausfällen von Blei aus der Lösung mit Oxalsäure, der Oxalsäure mit Barytwasser und des Barytüberschusses mit Kohlensäure, sowie nach dem Einengen der Lösung in vacuo und Fällen mit Alkohol wurde schließlich ein Bariumsalz und aus diesem Salze durch Umwandlung in Natriumsalz, Umsetzung des Natriumsalzes mit Silbernitrat, und Fällen mit Alkohol auch ein Silbersalz erhalten, welche nach dem Trocknen im Vakuumapparat über Schwefelsäure bis 80—85° resp. bei 45° bei den Elementeranalysen im Mittel folgende Zahlen gaben:

Bariumsalz	Silbersalz (im Mittel)	Zusammensetzung d. freien Säure berechnet aus der mittleren Zus. d. Silbersalzes
N 17·87 %	C 27·34 %	C 43·21 %
Ba 24·54 „	4 3·11 „	H 4·91 „
	N 15·44 „	N 24·40 „
	S 0·39 „	S 0·61 „
	Ag 37·08 „	O 26·33 „

Da bei der Betrachtung der Analysenresultate trotz der guten Übereinstimmung der erhaltenen Prozentzahlen uns der niedrige Schwefelgehalt unserer Säure auffiel, so wurde die Frage erörtert, ob der Schwefel wirklich einem wesentlichen Bestandteil unserer Säure bildet. In erster Linie wurde an eine bei der Zerlegung des Quecksilbersalzes mit Schwefelwasserstoff etwa vor sich gehende Sulfurierung gedacht. Die Möglichkeit einer Sulfurierung wurde nun ausgeschlossen, nachdem es gelang ein Präparat des Bariumsalzes der Antoxyproteinsäure in einigermaßen reinem Zustand mit ähnlichem Schwefelgehalt mit Vermeidung der Fällung mit Quecksilberazetat und also auch der Zerlegung mit Sehwefelwasserstoff darzustellen, und zwar auf Grund der Fällbarkeit der Antoxy-

proteinsäure aus konzentrierten Lösungen mit Phosphorwolframsäure. Die Fällung mit Phosphorwolframsäure wurde mit einem rohen Gemenge von Bariumsalzen der Antoxyproteinsäure und Oxyproteinsäure, welches aus dem Filtrat von dem bereits erwähnten Bleiniederschlag gewonnen wurde, ausgeführt. Die aus der Phosphorwolframsäure in Freiheit gesetzte Säure wurde vor der Umwandlung in Bariumsalz noch mit Bleihydroxyd ausgeschüttelt. Das auf diese Weise erhaltene Bariumsalz der Antoxyproteinsäure ergab bei der Analyse folgende Zahlen:

N	15·83 %
S	0·37 „
Ba	20·27 „

Die von uns untersuchteu Salze der Antoxyproteinsäure hatten also ihren Schwefelgehalt keinesfalls einer Behandlung mit Schwefelwasserstoff zu verdanken. Da die Methode ihrer Darstellung und Reinigung sowohl eine Verunreinigung mit Oxyproteinsäure, wie mit Körpern der Alloxyproteinsäuregruppe unwahrscheinlich macht, so halten wir die Antoxyproteinsäure für eine schwefelhaltige Säure.

Die antoxyproteinsauren Salze von Kalium und Natrium sind in Wasser sehr leicht löslich; ihre konzentrierten wässerigen Lösungen geben beim Vermischen mit konz. Alkohol Emulsionen, welche Tropfen eines dicken Sirups absetzte. Das Calcium- und Bariumsalz stellen weiße Pulver dar, welche in Wasser ebenfalls sehr leicht löslich sind; in absolutem Alkohol ist das Bariumsalz sehr schwer, das Calciumsalz etwas leichter löslich; das Bariumsalz fällt aus wässeriger Lösung bei Alkoholzusatz in leichten Flocken, welche unter Alkohol sich nach einiger Zeit in ein schweres körniges Pulver verwandeln. Die wässerigen Lösungen von Erdalkalisalzen der Antoxyproteinsäure reagieren alkalisch. Aus der Lösung in Wasser durch Alkohol fällbar ist auch das Cadmiumsalz der Antoxyproteinsäure. Das Silbersalz der Antoxyproteinsäure wird beim Vermischen der konz. Lösung eines Alkali oder Erdalkalisalzes dieser Säure mit einer Silbernitratlösung als weißer flockiger Niederschlag gefällt, welcher durch Wasserzusatz gelöst wird; in Alkohol ist das Silbersalz noch schwieriger löslich als das Bariumsalz. In trockenem Zustand ist das Silbersalz ziemlich lichtbeständig. Die Antoxyproteinsäure sowie ihre Salze werden

mit Quecksilbernitrat und Quecksilberazetat gefällt, und zwar mit dem letzten Reagens sogar aus stark mit Essigsäure angesäuerten Lösungen. Bleiessig fällt die reine Antoxyproteinsäuregruppe nicht, obgleich aus der Lösung, welche die Körper der Alloxyproteinsäuregruppe enthält, dieselbe in den Bleiniederschlag der letzteren reichlich mitgerissen wird. Aus konzentrierten Lösungen wird die Antoxyproteinsäure mit Phosphorwolframsäure als anfangs flockiger, bald aber zu einer klebrigen Masse zusamensinternder Niederschlag gefällt, welcher jedoch sowohl im Überschuß des Fällungsmittels, wie auch in verdünnter Schwefelsäure und in Wasser sich ziemlich leicht löst. Die Antoxyproteinsäure spaltet ihren Schwefel oder wenigstens einen Teil desselben leicht beim Kochen mit Alkalien ab. Sie ist optisch aktiv und dreht die Ebene der Polarisation ziemlich stark nach rechts. Sie gibt keine von den charakteristischen Reaktionen von Eiweiß, also weder die Biuretreaktion, noch die Färbung mit dem Millonschen Reagens; wohl aber stellt die Antoxyproteinsäure jene Verbindung dar, welche die charakterische Diazoreaktion, die karminrote Färbung mit der Diazobenzolsulfosäure bei der Ausführung der Probe nach Ehrlich, sowie mit dem Paradiazoocetophenon nach Friedenwald gibt. Diese Reaktion gelang nämlich mit wenigen Miligrammen des Salzes unserer Säure und wurde bei keinem von den vielen von uns dargestellten Präparaten vermißt. So gab dieselbe und zwar in der gleichen Intensität auch jenes Präparat des Bariumsalzes, welches mittels der Fällung mit Phosphorwolframsäure erhalten wurde.

II. Oxyproteinsäure.

Die Oxyproteinsäure wurde aus dem bekannten Filtrat vom Bleiniederschlag nach Ausfällung der Antoxyproteinsäure aus saurer Lösung mit Quecksilberazetat, bei genügendem Überschuß des letzteren durch Neutralisation mit Natriumkarbonat gefällt. Da die oben beschriebene Methode der Darstellung der Säuren der Oxyproteinsäuregruppe, welche zur Gewinnung von reinen Präparaten von Salzen der Antoxyproteinsäure sehr geeignet war, geringe Ausbeute an Oxyproteinsäure lieferte und da die Ursache dieser Erscheinung darin lag, daß das Natriumazetat, welches infolge der Fällung mit Bleiessig in Lösung gelangen mußte, eine vollständige Ausfällung der Oxyproteinsäure mit Quecksilberazetat hinderte, so mußte das Natriumazetat aus der Lösung entfernt werden. Bei der nun

notwendigen Änderung der Methode machten wir uns auch die bei der Darstellung des Antoxyproteinsäure gewonnen Erfahrungen zugute. Der eingeschlagene Weg, welcher sich auch für die Darstellung der Körper der Alloxyproteinsäuregruppe als vorteilhaft erwies, war der folgende. Der Harn wurde direkt in vacuo zur Sirupkonsistenz eingedickt. Der erhaltene dünne Harnsirup wurde bis zum Auftreten einer schwachen Blaufärbung an mit Kongorot gefärbten Papierstreifen mit verdünnter Schwefelsäure und darauf mit $1^1/_2$ Vol. Alkohol versetzt; von ausgeschiedenen Alkalisulfaten wurde filtriert, die alkoholische Lösung mit Wasser verdünnt und mit Barytwasser gefällt, der Barytüberschuß gleich darauf mit Kohlensäure zur Ausfällung gebracht, und die Flüssigkeit dann von dem gesamten Barytniederschlag filtriert. Das Filtrat wurde in vacuo bis zur Sirupkonsistenz gebracht, und nach dem Entfernen eines großen Teils des Natriumchlorids durch Auskrystallisieren in der Kälte mit konz. Alkohol gefällt. Der erhaltene Niederschlag von Bariumsalzen wurde nach dem Trocknen im Exsikkator in Wasser gelöst und die Lösung mit Bleiessig gefällt; der Bleiniederschlag enthielt die Körper der Alloxyproteinsäuregruppe und wurde zur Darstellung derselben verwendet. das Filtrat diente zur Darstellung der Antoxyproteinsäure, vor allem aber der mit Quecksilberazetat beim Neutralisieren fällbaren Verbindung; zu dem Zweck mußte aber aus diesem Filtrat nicht nur das Blei, sondern auch die Essigsäure entfernt werden. Das Blei wurde mit Natriumkarbonat ausgefällt. die Essigsäure konnte nur durch Äther entzogen worden. Dies geschah, indem daß Filtrat von Bleikarbonat in Essigsäure neutralisiert, eingeengt und nach dem Entfernen der Alkalimetalle nach der oben beschriebenen Methode und Verjagen des Alkohols im Schwartz'schen Apparate mit Äther extrahiert wurde. Das mit Äther ausgezogene essigsäurefreie Säuregemisch wurde in Bariumsalze umgewandelt, welche mittels der Fällung mit Alkohol schließlich in trocknem Zustand erhalten wurden. Dieses Präparat von Bariumsalzen, welches frei von Natriumazetat war, diente nun zur Fällung mit Quecksilberazetat. Seine wässerige Lösung wurde mit Essigsäure leicht angesäuert und mit einer 20% Lösung von Quecksilberazetat versetzt. Es entstand ein viel reichlicherer Niederschlag als bei der Darstellung der Antoxyproteinsäure, nach der im ersten Kap. beschriebenen Methode. Noch reichlicher war aber die Fällung, welche durch Neutralisieren des Filtrats erzeugt wurde.

Es wurden abwechselnd bald die Lösung von Quecksilberazetat bald eine Sodalösung so lange zugesetzt, als noch ein weißer Niederschlag ausfiel; mit dem Erscheinen eines gelben Niederschlags wurde die Fällung unterbrochen. Dieser Niederschlag bestand nun zum größten Teil aus dem Quecksilbersalze einer Säure, welche mit der von einem von uns und Gottlieb unter dem Namen Oxyproteinsäure beschriebenen sich als identisch erwies. Während das Fehlen von Natriumazetat in der Lösung für die Reindarstellung von Präparaten der Salze der Antoxyproteinsäure ungünstig war, so bot es keine Schwierigkeit nach dieser Methode aus Antoxyproteinsäure freie Präparate von Salzen der Oxyproteinsäure darzustellen. Schon die letzte Fraktion des bei saurer Reaktion ausgefallenen Quecksilberniederschlags erwies sich als aus mehr oder weniger reinem Quecksilbersalze der Oxyproteinsäure bestehend. Von den letzten Spuren der Antoxyproteinsäure ließen sich die Salze der Oxyproteinsäure durch Umfällung mit Quecksilberazetat befreien — und zwar in dem die ersten Fraktionen jeder Fällung verworfen wurden, und der Prozeß so lange wiederholt wurde, bis die Präparate keine Diazoreaktion mehr gaben. Das schließlich reine Quecksilbersalz wurde mit Schwefelwasserstoff zerlegt, die dadurch frei gewordene Säure wurde nach Vertreibung des Schwefelwasserstoffs zum Entfernen der beim Zerlegen des etwa mitausgefällten basischen Quecksilberazetats entstandenen Essigsäure mit Äther ausgezogen und dann in Barium- und Silbersalz umgewandelt. Die Elementaranalysen von mehreren Präparaten dieser Salze, welche in vacuo über Schwefelsäure bis zum konstantem Gewicht bei gelinder Wärme getrocknet wurden, ergab im Mittel die folgende prozentuelle Zusammensetzung derselben:

Bariumsalz		Silbersalz (im Mittel)		Zusammens. der freien Säure ber. aus d. mittleren Zus. des Silbersalz.	
C	25·30 %	C	21·89	C	39·62
H	3·77 „	H	2·71	H	5·64
N	11·13 „	N	9·99	N	18.08
S	0·78 „	S	0·62	S	1·12
Ba	30·70 „	Ag	45·17	O	35·54

Daß hier in der Tat die von Einem von uns und Gottlieb gefundene Oxyproteinsäure vorlag, ergibt sich aus dem Vergleiche der vorliegenden analytischen Daten mit derjenigen von Bondzyń-

ski und Gottlieb von selbst. Diese Autoren haben folgende Zahlen bei der Analyse ihres oxyproteinsauren Bariums gefunden:

C	27·5
H	3·9
N	10·64
S	1·7
Ba	29·76

Der Vergleich weist nämlich eine erhebliche Differenz nur im Schwefelgehalte auf, welcher von uns jetzt niedriger gefunden wurde; diesen Unterschied erklären wir durch den Ersatz des früher angewandten Quecksilbernitrats durch Quecksilberazetat, wodurch eine etwaige Oxydation mit Salpetersäure vermieden und die Reindarstellung der Oxyproteinsäure erleichtert wurde. In Übereinstimmung damit befindet sich die Beobachtung, daß das von uns jetzt erhaltene oxyproteinsaure Barium beim Kochen mit Kalilauge an der Schwärzung von Bleihydroxyd die Abspaltung von Schwefel bemerken ließ, was die früher erhaltenen Präparate nicht taten.

Auch die Eigenschaften der von uns erhaltenen Säure stimmten mit jenen, mit welchen Bondzyński und Gottlieb die Oxyproteinsäure gekennzeichnet hatten, vollständig überein. Die Säure gab weder die Xantoproteinsäurereaktion noch die Biuretprobe — sondern eine schwache Chamoisfärbung mit dem Millonschen Reagens. Sie gab nicht die Diazoreaktion; unsere diesbezügliche frühere [1]) positive Angabe ist nämlich auf Antoxyproteinsäure zu übertragen: als die Antoxyproteinsäure noch nicht bekannt war, wurde begreiflicherweise eine schwefel- und stickstoffhaltige Säure, welche im Filtrate des Bleiniederschlages durch Quecksilberazetat gefällt wurde, für Oxyproteinsäure gehalten. Das negative Verhalten der Oxyproteinsäure gegenüber der Diazoreaktion Ehrlichs gestattete diese Säure von der Antoxyproteinsäure, für welche diese Reaktion charakteristich ist, leicht zu unterscheiden. Ebenfalls gab die Oxyproteinsäure keine Fällung mit Phosphorwolframsäure und zwar auch in konz. Lösungen nicht. Die Alkalisalze der Oxyproteinsäure sind in Wasser zerfließlich, aber auch in Alkohol nicht schwer löslich. Calcium und Bariumsalze der Oxyproteinsäure sind in Wasser ebenfalls zerfließlich aber schwer löslich in Alkohol, wenn auch leichter als die

[1]) Bondzyński u. Panek l. c.

entsprechenden Salze der Antoxyproteinsäure. Das Bariumsalz wird aus seiner wässerigen Lösung durch Alkoholsalz teils in weißen Flocken, teils in Form einer zähen Masse gefällt, welche beim Aufbewahren unter Alkohol bald hart wird. Das oxyproteinsäure Barium, welches stets als rein weißes Pulver erhalten wurde, ist so hygroskopisch, daß, wenn es nach Ausfällung mit Alkohol und Auswaschen mit Äther nicht sofort vom Filter in den Exsikkator gebracht wurde, am Filterrande bald zu Tröpfchen einer zähen Masse sich verwandelte. Von den Salzen der schweren Metalle läßt sich ebensoleicht wie das Bariumsalz, das Kadmiumsalz der Oxyproteinsäure darstellen, der Mangel an Material gestattete uns jedoch vorläufig nicht, das Salz in größerer Menge zu bereiten. Außer dem Bariumsalz, welches übrigens bereits von Bondzyński und Gottlieb genau beschrieben und analysiert wurde, haben wir noch das Silbersalz der Oxyproteinsäure in analysenreinem Zustand erhalten. Das oxyproteinsaure Silber ist sowohl in Wasser wie in Alkohol viel leichter löslich als das antoxyproteinsäure; dasselbe ist auch weniger lichtbeständig und auch höheren Wärmegraden gegenüber etwas mehr empfindlich, als das antoxyproteinsäure Silber. Die Lösungen der oxyproteinsäuren Salze sind optisch inaktiv.

Die Unterschiede zwischen Oxyproteinsäure und Antoxyproteinsäure treten nicht nur in den physikalischen Eigenschaften und im chemischen Verhalten der Salze beider Säuren, sondern auch und zwar in noch höherem Grade in ihrer Zusammensetzung hervor. Die Oxyproteinsäure ist etwas schwefelreicher, dagegen ärmer an Kohlenstoff und Stickstoff als die Antoxyproteinsäure und dementsprechend reicher an Sauerstoff. Trotz der nicht unbedeutenden Unterschiede in der Zusammensetzung scheinen die beiden Säuren einander nahe verwandt zu sein; dafür spricht eine im großen und ganzen bestehende Ähnlichkeit ihrer Salze. Die Oxyproteinsäure ist offenbar eine höher oxydierte Verbindung, eine weitere Oxydationsstufe, oder ein weiteres Produkt des Abbaus des Eiweißmoleküls als die Antoxyproteinsäure.

III. Alloxyproteinsäure.

Als Ausgangsmaterial zur Darstellung der Alloxyproteinsäure dienten die Bleiniederschläge, welche bei der Gewinnung der Antoxyproteinsäure, sowie von Oxyproteinsäure, von den diese Säure enthaltenden Filtraten getrennt wurden. Da der Bleiniederschlag

beim Ausfällen nicht unbedeutende Mengen jener mit Bleiessig fällbaren Säuren mitzureißen pflegte, so mußten aus demselben zunächst diese Säuren entfernt werden; dies geschah durch fraktionierte Zerlegung des Bleiniederschlags mit Oxalsäure, welche in einem Gemenge von Bleisalzen der Säuren der Oxyproteinsäuregruppe und der Alloxyproteinsäure zunächst die erstgenannten Bleisalze zerlegte. Die in der letzten Fraktion erhaltenen Säuren wurden durch Binden mittels Kalkhydrats auf Calciumsalz der in Rede stehenden Säure verarbeitet. Nach wiederholter Umfällung mit Alkohol und Ausziehen mit heißem Akohol event. in einem Soxhletschen Apparate, enthielten die Präparate nur Calciumsalze oder mit Bleiessig fällbare Verbindungen. Die Präparate des Calciumsalzes waren gelblich gefärbt und gaben ziemlich stark gefärbte Lösungen.

Die fraktionierte Fällung eines solchen Präparates mit Quecksilberazetat, welche zur Beantwortung der Frage von der einheitlichen Zusammensetzung des Salzes unternommen wurde, ergab nach Zergliederung desselben in 4 Quecksilberfraktionen nicht nur eine Skala von Farbenübergängen von einem braungefärbten bis zu einem schneeweißen Quecksilbersalze, sondern auch einen allmählichen Wechsel der Zusammensetzung.

Fraktionen:	I.	II.	III.	IV.
N	6·52	5·50	5·05	5·11
S	1·73	1·17	0·78	0·54
Hg	44·60	49·95	53·5 53·71	59·32

Die Elementaranalysen ergaben nämlich ein allmähliches Steigen des Quecksilbergehaltes von der I. bis zur IV. Fraktion, welchem ein allmähliches Sinken des Stickstoffgehaltes und, was besonders auffiel, des Schwefelgehaltes parallel lief. Da die am stärksten gefärbte Fraktion zugleich die stickstoff- und schwefelreichste war, so dachten wir an die Möglichkeit, daß unsere Säure mit einem schwefelreichen braunen Farbstoff verunreinigt sein könnte. In der Tat ergab ein Präparat des Bariumsalzes, welches aus dem auf die oben beschriebene Weise erhaltenen Calciumsalze gewonnen wurde, nach Entfärbung mit Tierkohle farblose Präparate von

Quecksilbersalz und Silbersalz, welche schwefelärmer waren als die gefärbten.

Quecksilbersalz	Silbersalz
S — 0·84	S — 1·13

Die Entfärbung mit Tierkohle konnte jedoch zur Darstellung von farblosen Salzen nicht benutzt werden, weil sie mit starken Verlusten an Material vor sich ging; es wurde daher vorgezogen Präparate von Salzen der Säure, welche farblose Lösungen gab, durch fraktionierte Fällung mit Quecksilberazetat zu gewinnen Die auf diese Weise erhaltenen, farblosen Präparate von Barium- und Silbersalz erwiesen sich mit dem Salze der Alloxyproteinsäure identisch. Dieselben waren jedoch noch nicht rein. Im Laufe der Darstellung derselben haben wir nämlich beobachtet, daß das bereits mehrmals erwähnte rohe Gemenge von mit Bleiessig fällbaren Calciumsalzen bei längerer Extraktion mit Äther aus saurer Lösung eine stickstoffhaltige, jedoch schwefelfreie Säure auszuziehen gestattete, welche sowohl mit Bleiessig, wie auch mit Quecksilberazetat Fällungen gab und in Alkohol unlösliche Salze von schweren Metalen bildete.

Die mit Bleiessig fällbaren stickstoff- und schwefelhaltigen Säuren mußten daher, bevor irgend ein Versuch zu ihrer Trennung und Reindarstellung unternommen werden konnte, vorerst mit Äther ausgezogen werden. Der Extraktion mit Äther haben wir anfangs die aus dem Gemenge von Calcium- resp. Bariumsalzen der Säuren der Alloxyproteinsäuregruppe durch vorsichtigen Zusatz von Schwefelsäure in Freiheit gesetzte Säuren unterworfen; es erwies sich jedoch später als oportun, die Extraktion mit Äther vor die Fällung mit Bleiessig in die Methode der Darstellung der Körper der Oxyproteinsäure- und der Alloxyproteinsäuregruppe einzuschalten, und zwar in dem Augenblicke, als behufs Umsetzung der etwa im Harn vorhandenen Alkalisalze dieser Säuren in Erdalkalisalze (vide Cap. II.) der dünne Harnsirup mit verdünnter Schwefelsäure versetzt wurde. Die Ätherextraktion wurde nämlich mit der von den Alkalisulfaten filtrierten Lösung ausgeführt, nachdem der Alkohol aus derselben durch Verdunsten bei 35° C. im Vakuum verjagt wurde. Die Extraktion geschah im Schwartz'schen Apparate und dauerte je nach der Menge der zu extrahierenden Flüssigkeit 1—2 Wochen.

Der Niederschlag, welcher in diesem Fall bei dem Verarbeiten des Harns durch Bleiessig erzeugt wurde, enthielt nur die Bleisalze der schwefelhaltigen Säuren und war frei von Bleisalzen der verunreinigenden ätherlöslichen Säuren. Zur Reindarstellung der Alloxyproteinsäure wurde nun mit dem Bleiniederschlag genau auf oben beschriebenen Weise verfahren, indem die Bleisalze der Säuren der Alloxyproteinsäuregruppe in Calcium resp. Bariumsalze umgewandelt wurden und die Alloxyproteinsäure aus denselben durch fraktionierte Fällung mit Quecksilberazetat gewonnen wurde. Es dienten nämlich zu ihrer Darstellung nur die vollkommen weißen Fraktionen des Quecksilberniederschlags, welche nach Entfernung der ersten reichlichen dunkelgefärbten Fraktion bei weiterem Zusatz von Quecksilberazetat aus dem farblosen Filtrate und zwar bald noch bei saurer Reaktion der Lösung, bald beim Neutralisieren ausfielen. Aus einer größeren Zahl von solchen Quecksilberfällungen, welche in mehreren Versuchen erhalten worden waren, wurde nun ein Präparat des Bariumsalzes, sowie mehrere Präparate des Silbersalzes dargestellt, welche auch der Analyse unterworfen wurden.

Bariumsalz		Silbersalz (Mittelzahlen)		Zusammensetzung d. freien Säure ber. aus d. mittl. Zus. d. Silbersalz.	
C	23·59 %	C	23·33 %	C	41·33
H	3·31 „	H	2·82 „	H	5·70
N	7·89 „	N	7·65 „	N	13·55
S	1·33 „	S	1·24 „	S	2·19
Ba	35·38 „	Ag	43·96 „	O	37·23

Durch die erhaltenen analytischen Daten wird nur der von Bondzyński und Panek gefundene hohe Schwefelgehalt der Alloxyproteinsäure, welcher übrigens mit allem Vorbehalt angegeben wurde und auch die Veranlassung zur Wiederaufnahme der Untersuchung der Alloxyproteinsäure gab, richtiggestellt. Derselbe wurde von uns jetzt niedriger gefunden. Auch die Eigenschaften der auf die beschriebene Weise rein dargestellten Salze der Alloxyproteinsäure wiesen eine Übereinstimmung auf mit den Angaben von Bondzyński und Panek über ihre alloxyproteinsauren Salze. Wir haben daher zu der Beschreibung dieser Salze, welche von den genannten Autoren geliefert wurde, nur noch hinzuzufügen, daß die alloxyproteinsauren Salze sich nicht nur von oxyproteinsaurem, sondern auch von

antoxyproteinsauren Salzen durch ihre geringere Löslichkeit in Alkohol unterscheiden, ferner daß die Lösung des Bariumsalzes optisch inaktiv ist und daß sie mit Eisenchlorid nicht gefällt wird. Die freie Alloxyproteinsäure ist sowohl in Wasser wie in konz. Alkohol leicht löslich und wird aus der Lösung in Alkohol auch mit Äther nicht gefällt.

IV. Eine stickstoff- und schwefelhaltige Säure von den Eigenschaften des Harnfarbstoffes (Urochrom).

Mit der Darstellung der Alloxyproteinsäure resp. ihrer Salze wurde jedoch bloß die Zusammensetzung eines Teils des aus dem Harn erhaltenen Bleiniederschlags aufgeklärt und zwar nur der schwefelärmeren Säure, welche bei der Fällung mit Quecksilberazetat die letzten weißen Quecksilberfraktionen bildete; es galt nun den schwefelreicheren Körper zu erforschen, welcher in den ersten braungefärbten Fraktionen des Quecksilberniederschlags ausfiel. Da der Schwefelgehalt sowohl des Quecksilber- wie des Silbersalzes mit der Intensität ihrer Färbung parallel zu gehen schien, so haben wir uns die Frage gestellt, ob der schwefelreiche Körper nicht etwa der Farbstoff selbst sei — und nicht mit dem von Thudichum entdeckten [1]) und besonders von Garrod [2]) näher untersuchten Urochrom identisch wäre. Allerdings fanden wir in den Arbeiten dieser Autoren keine Erwähnung, daß ihr Urochrom schwefelhaltig wäre. Trotzdem haben wir, von diesem Gedanken geleitet, untersucht, ob unser Farbstoff mit Kupferazetat gefällt wird. Dies war nun tatsächlich der Fall. Alle Lösungen, welche den Farbstoff enthielten, also sowohl Lösungen von Barium- und Calciumsalzen, welche aus dem Gemenge von Säuren der Alloxyproteinsäuregruppe bestanden, wie auch Lösungen der sowohl aus den farbigen Fraktionen der Quecksilberfällung, sowie aus braun gefärbten Präparaten der Silbersalze in Freiheit gesetzten Säuren gaben mehr oder weniger gefärbte graugrüne Niederschläge mit Kupferazetat. Diese Fällungen waren frei von Alloxurbasen und von Harnsäure. Daß hier der Farbstoff gefällt wurde, ließ sich daraus schließen, daß durch die Fällung mit Kupferazetat die Lösungen entfärbt wurden, und daß die farblosen

[1]) Thudichum, Brit. med. Journ. 1864. II. 509 cit. nach Huppert in der Anl. zur Analyse d. Harns von Neubauer u. Vogel. T. III. Auflage.

[2]) Garrod, Proc. Roy. Soc. 55, 394 ref. Jahresber. f. Th. 24. 292. (1894).

Lösungen von Salzen der Alloxyproteinsäure solche Fällungen nicht ergaben. Als Ausgangsmaterial zur Darstellung dieser Kupferverbindung diente das erwähnte Gemenge von Calciumsalzen der Säuren der Alloxyproteinsäuregruppe. Die Lösung dieses Präparates, welche vollkommen frei von Chlor war, wurde vor dem Fällen mit Kupferazetat mit Essigsäure neutralisiert. Beim Zusatz von Kupferazetat entstand ein reichliger Niederschlag, welcher nach einiger Zeit beim Stehenlassen noch größer wurde. Eine geringe Menge dieses Kupferniederschlags wurde zur Elementaranalyse verwendet, nachdem derselbe mit Alkohl und darauf mit Äther gespült und anfangs bei Zimmertemperatur im Vakuum-Exsikkator später im Vakuumapparat bei 50° C. über Schwefelsäure bis zum konst. Gewicht getrocknet wurde. Die Kupferverbindung erwies sich als stickstoff- und schwefelhaltig Ihre Elementaranalyse ergab Zahlen:

C	36·76
H	3·56
N	9·72
S	2·57
Cu	20·10

aus denen ersichtlich ist, daß die freie Verbindung viel schwefelreicher ist als die Alloxyproteinsäure.

Der Kupferniederschlag ließ sich mit Schwefelwasserstoff in der Wärme zerlegen und gab dann rotbraun gefärbte Lösungen, welche den freien Farbstoff enthielten. Die farbige Substanz war schwefelhaltig und zwar enthielt sie wie die Alloxyproteinsäure und wie die Säuren der Oxyproteinsäuregruppe wenigstens einen Teil ihres Schwefels in lockerer Bindung, so daß derselbe mit Salzsäure beim Erwärmen und mit Kalilauge sich sogar in der Kälte als Schwefelwasserstoff abspalten ließ. Sie erwies sich als eine Säure, welche der Alloxyproteinsäure ähnlich, obgleich mit ihr sicher nicht identisch war; sie gab wie die Alloxyproteinsäure ein in Wasser leicht lösliches, in Alkohol unlösliches Bariumsalz und ein dem alloxyproteinsauren Silber ähnlich sich verhaltendes Silbersalz, wie auch Fällungen mit Lösungen von Quecksilberazetat und mit Bleiessig. Sie ließ sich jedoch von der Alloxyproteinsäure unterscheiden, und zwar nicht nur durch ihr Verhalten dem Kupferazetat gegenüber, sondern auch durch die Fällbarkeit mit Phosphorwolframsäure. Da

dieses Verhalten fast in allen aufgezählten Einzelheiten, den Schwefelgehalt ausgenommen, mit der von Thudichum sowie von Garrod beschriebenen Eigenschaften des Urochroms übereinstimmt, so liegt es nahe, an die Identität unserer Säure mit dem Urochrom zu denken. Für diese Annahme spricht ferner auch die Fällbarkeit der Säure mit Eisenchlorid, sowie ihre außerordentlich leichte Zersetzlichkeit. Wir haben nämlich beobachtet, daß unsere Säure sowohl leicht spaltbar, wie auch leicht oxydabel ist; so wurde sie z. B. durch verdünnte Schwefelsäure schon bei Zimmertemperatur zersetzt und reduzierte bei Zimmertemperatur nicht nur Eisenoxydsalze zu Eisenoxydulsalzen (wie z. B. das Selmiesche Reagens unter Bildung von Berlinerblau), sowie auch Kupferoxydsalze zu den entsprechenden Kupferoxydulverbindungen, worauf wahrscheinlich ihre Fällbarkeit durch Kupferazetat beruht, sondern sogar die Jodsäure zu Jodwasserstoffsäure. Sollte sich diese Annahme der Identität unserer Säure mit dem Urochrom bestätigen, worüber erst weitere in unserem Laboratorium geführte Untersuchungen entscheiden werden, so müßte das Urochrom für einen stickstoff- und schwefelhaltigen Körper erklärt und der interessanten Gruppe von schwefelhaltigen Säuren des Harns zugerechnet werden, was wohl viel Licht auf das Verhalten der Harnfarbe sowohl unter normalen Verhältnissen, wie in Krankheiten werfen würde.

Lemberg, hygienisches Institut. Am 7. Juli 1905.

---

39. M. K. SŁAWIŃSKI. **O budowie produktów, otrzymanych przez działanie kwasu podchlorawego na kamfen.** *(De la structure des produits obtenus par l'action de l'acide hypochloreux sur le camphène).* Mémoire présenté par M. L. Marchlewski m. t. à la séance du 5 Juin 1905.

Par l'action de l'acide hypochloreux sur le camphène j'ai obtenu un mélange de produits dans lequel j'ai séparé les produits liquides des produits solides, au moyen de distillation sous pression diminuée. Le mélange des produits liquides, après des distillations réitérées (tant sous la pression normale, que sous une pression diminuée), entrait en ébullition sous la pression de 25 mm. à 97°– 99° et avait une composition chimique, répondant à la for-

mule $C_{10} H_{15} Cl$, le dosage du carbone, de l'hydrogène et du chlore, d'après la méthode de Carius, ayant donné les résultats suivants:

$$C = 70\,15\%,\ H = 8{\cdot}79\%,\ Cl = 20{\cdot}74\%;$$

calculé pour $C_{10} H_{15} Cl$, $C = 70{\cdot}38\%$, $H = 8{\cdot}80\%$, $Cl = 20{\cdot}82\%$.

Malgré tous les caractères propres à des unités chimiques, ce corps présente sans doute un mélange de corps isomères $C_{10} H_{15} Cl$, dont un a la proprieté de réagir sur l'azotate d'argent en solution alcoolique; à l'aide de cette réaction nous pouvons découvrir la présence de 6·82% Cl, c'est à dire de la troisième partie à peu près de la quantité totale. Les températures d'ébullition de ces corps sont si voisines, qu'il est impossible de les isoler par distillation fractionnée. Le mélange des corps solides fut isolé par la cristallisation, mais seulement autant que j'ai pu déterminer les composés, qui formaient ce mélange. La partie, le plus difficilement soluble dans l'alcool méthylique, contenait 32·31 Cl et la partie, le plus facilement soluble, 20·31% Cl; comme $C_{10} H_{15} Cl_2$ contient 34·29% Cl et $C_{10} H_{15} (HClO)$—18·83% Cl, — il n'y avait aucun doute, que c'étaient en effet ces combinaisons dont était composé le mélange des produits solides. Nous avons obtenu alors comme résultat de l'action de l'acide hypochloreux sur le camphène: 1) $C_{10} H_{16} Cl_2$; 2) $C_{10} H_{16} (HClO)$ et 3) un mélange des composés $C_{10} H_{15} Cl$, que nous devons reconnaître comme produits secondaires, provenant soit de la chlorhydrine ($C_{10} H_{16} (HClO)$) par déshydratation, soit du chlorure ($C_{10} H_{15} Cl_2$), auquel on a enlevé l'acide chlorhydrique. Les recherches ultérieures et l'isolation des produits particuliers étaient effectuées par les méthodes chimiques.

L'isolation du chlorure $C_{10} H_{16} Cl_2$ fut effectuée en chauffant le mélange de $C_{10} H_{16} Cl_2$ et de $C_{10} H_{16} (HClO)$ pendant deux heures avec une solution de potasse caustique à 20%. Comme résultat final de cette réaction — j'ai obtenu le chlorure inaltéré $C_{10} H_{16} Cl_2$ et un produit liquide. Ce dernier n'était pas obtenu à l'état pur, car il contenait toujours un mélange de Cl; à cause de cela ses propriétés physiques ne purent être déterminées. Avec une solution de bisulfite de sodium il forma un produit cristallisé duquel on a obtenu par l'action de la soude un liquide, ayant à un haut degré les propriétés d'un agent oxydant, bouillant dans l'atmosphère de l'hydrogène sous la pression de 12 mm. à 82°—84° et

ayant le poids spécifique $D_0^0 = 0{\cdot}9571$, $D_0^{15} = 0{\cdot}9284$; l'analyse élémentaire en a donné les résultats suivants:

$$C = 78{\cdot}87,\ H = 10{\cdot}66.$$

Calculé pour $C_{10}H_{16}O$: $C = 78{\cdot}94$, $H = 10{\cdot}53\%$.

Distillé dans des conditions ordinaires il bout à 208°—210°; cependant dans le récipient on n'obtient pas un liquide, mais un corps solide à caractère acide, à point de fusion de 118°. L'analyse élémentaire en a donné les résultats suivants:

$$C = 71{\cdot}46.\ H = 9{\cdot}56.$$

Calculé pour $C_{10}H_{16}O_2$ — $C = 71{\cdot}43$, $H = 9{\cdot}52\%$,

On obtient le même acide en chauffant notre produit avec une solution de soude et en l'oxydant, en présence de l'eau par l'oxygène atmosphérique. L'acide à point de fusion de 118°, c'est l'acide isocamphénilanique, obtenu auparavant par Bredt de l'aldéhyde camphénilanique solide à point de fusion de 70°; ainsi notre aldéhyde liquide est isomère avec l'aldéhyde camphénilanique. L'isomérie de ces aldéhydes provient des mêmes causes, que l'isomérie des glycols pinoliques; par conséquent, l'espèce d'isomérie de ces aldéhydes et des glycols pinoliques est la même, effectivement cis-cis trans. Comme résultat de l'action de la potasse caustique sur le mélange $C_{10}H_{16}Cl_2$ et $C_{10}H_{16}(HClO)$ nous avons obtenu le chlorure inaltéré $C_{10}H_{16}Cl_2$ fusible à 139°—140°. Le dosage du chlore par la méthode de Carius en a donné 34·12%, par une solution alcoolique de $AgNO_3$—17·39% Cl.

Le dosage de C = 57·79% — H = 7·79%. Calculé pour $C_{10}H_{16}Cl_2$.

$$C = 57{\cdot}97,\ H = 7{\cdot}73,\ Cl = 34{\cdot}29\%.$$

Probablement l'anhydride $C_{10}H_{16}O$ s'isomérise dans un milieu acide et forme un aldéhyde liquide $C_{10}H_{16}O$, qui en s'oxydant ensuite forme l'acide isocamphénilanique.

Je propose d'appeler cet aldéhyde liquide — aldéhyde isocamphénilanique. A cause des données contradictoires de différents auteurs relativement aux conditions dans lesquelles les acides camphénilaniques se forment de l'aldéhyde camphénilanique, et à cause de ce que l'aldéhyde liquide forme aussi les deux acides susmentionnés, il n'est pas posible de déterminer le rapport entre les aldéhydes liquides et les aldéhydes solides et entre les acides

camphénilaniques et les isocamphénilaniques. Nous devons déduire des données contradictoires, indiquées par les différents observateurs que la préparation de l'un ou de l'autre de ces acides se trouve en dehors de la sphère d'action de ces moyens, dont nous pouvons disposer à notre gré dans les conditions de nos expériences.

Du mélange $C_{10}H_{16}Cl_2$ et $C_{10}H_{16}(HClO)$ la chlorhydrine fut isolée sous la forme d'éther acétique de chlorhydrine à point de fusion de 52°.5; ce dernier s'était formé simultanément avec le mélange de chlorures ($C_{10}H_{15}Cl$) par le chauffage de celui-ci avec l'andhydride acétique, pendant 6 heures à la température de 140°. Le dosage du carbone, de l'hydrogène et du chlore dans le produit à point de fusion de 52°,5 a donné pour sa composition centésimale les nombres suivants:

$$C = 62{\cdot}38\% \quad H = 8{\cdot}16\% \quad Cl = 15{\cdot}49\%.$$

Après avoir isolé le chlorure $C_{10}H_{15}Cl_2$ et la chlorhydrine $C_{10}H_{16}(HClO)$ j'ai résolu de définir leur structure. Quant à la structure de la chlorhydrine on a déjà une indication, car l'action de la potasse caustique sur le mélange contenant $C_{10}H_{16}Cl_2$ et $C_{10}H_{16}(HClO)$, nous donne un aldéhyde, qui s'est montré isomère avec l'aldéhyde camphénilanique; nous pouvons donc conclure médiatement, que la structure de la chlorhydrine ($C_{10}H_{16}(HClO)$) correspond à celle du camphène. Pour écarter cependant le moindre doute, j'ai saponifié l'acétate de chlorhydrine pur; cette fois j'ai isolé un anhydride pur à température d'ébullition (sous la pression de 20 mm.) de 99°—100°,5 et ayant le poids spécifique $D_0^0 = 0{\cdot}9372$, $D_0^{15} = 0{\cdot}9254$ ainsi que la formule $C_{10}H_{16}O$. L'analyse élémentaire en a donné:

$$C = 78{\cdot}73, \quad H = 10{\cdot}44,$$

$$\text{calculé pour } C_{10}H_{16}O - C = 78{\cdot}94, \quad H = 10{\cdot}53\%.$$

Cet anhydride, de même que l'anhydride obtenu auparavant, formait avec une solution de bisufilte de sodium un composé cristallisé, duquel on pouvait obtenir l'aldéhyhe liquide et l'oxyder en un acide à température de fusion de 118°, c'est à dire en acide isocamphénilanique.

Alors il ne subsiste plus aucun doute, que la chlorhydrine, obtenue par l'action de l'acide hypochloreux sur le camphène, est un dérivé du camphène. Nous ne pouvons pas répondre à l'instant,

comment se sont répartis les éléments de l'acide hypochloreux autour de la liaison double du camphène; nous recevons cependant une réponse médiate en déterminant la structure du chlorure $C_{10} H_{16} Cl_2$.

La structure du chlorure $C_{10} H_{16} Cl_2$ (139—140°) fut déterminée de la manière suivante: je l'ai transformé par l'action de l'acétate d'argent à la température de chambre en éther acétique de glycol camphénique à point de fusion 52°,5 c'est à dire — j'ai obtenu le même éther que j'avais reçu auparavant par l'action de l'anhydride acétique sur la chlorhydrine, formée par l'action de l'acide hypochloreux sur le camphène. Et comme la chlorhydrine susmentionnée fut reconnue comme un dérivé du camphène, alors le chlorure, que donne l'éther de cette chlorhydrine sous l'action de $Ag C_2 H_3 O_2$ doit être un chlorure camphénique. La seconde conclusion à laquelle nous pouvons arriver en étudiant cette réaction est que la chlorhydrine ($C_{10} H_{16}$ (HClO), obtenue par l'action directe de HClO sur le camphène renferme un groupe (OH) en voisinage du carbone tertiaire, parce qu'il est incontestable que de deux atomes de chlore celui qui est lié au carbone tertiaire agit plus facilement sur l'acétate d'argent.

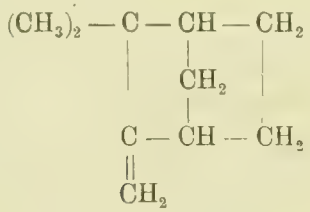
Comme nous l'avons indiqué plus haut il faut regarder le mélange des monochlorures $C_{10} H_{15} Cl$ obtenu par l'action directe de l'acide hypochloreux sur le camphène comme produit secondaire, qui provient de la chlorhydrine de glycol camphénique par déshydratation et du chlorure camphénique, auquel on a enlevé l'acide chlorhydrique; il se forme donc par la même voie que le camphène de l'isobornéol ou du chlorure d'isobornyle:

$$C_{10} H_{16} (HClO) - H_2 O = C_{10} H_{15} Cl; \quad C_{10} H_{16} Cl_2 - HCl = C_{10} H_{15} Cl$$
$$C_{10} H_{18} O - H_2 O = C_{10} H_{16} \quad ; \quad C_{10} H_{17} Cl - HCl = C_{10} H_{16}$$

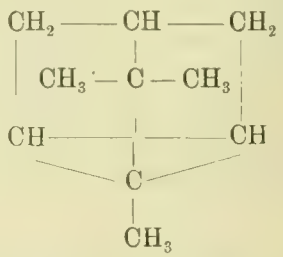
Des recherches plus récentes ont démontré, que le camphène obtenu de l'isobornéol contient un terpène tricyclique saturé, le cyclène, que l'on peut isoler, en oxydant le camphène par $KMNO_4$; alors le camphène ne peut être regardé comme une unité chimique. Les produits obtenus par l'oxydation du camphène nous forcent à conclure, que cette partie du camphène qui est sujette à l'oxydation présente aussi un mélange de deux corps isomères, parce qu'autrement il serait difficile d'expliquer la formation de deux acides: de l'acide camphénocamphorique $C_{10} H_{14} O_4$ et de l'acide camphé-

nilique ($C_{10}H_{16}O_3$) qui est un acide α-oxytertiaire. Par suite, ce que nous appelons camphène, présenterait un mélange de trois corps isomères: 1) le camphène véritable, 2) le cyclène et 3) un corps isomère, répondant à l'acide camphénocamphorique. La structure de ces corps isomères n'est pas encore déterminée. De tous ces corps le camphène véritable est le mieux étudié et pour lui on accepte généralement la formule de Wagner. Ce camphène répond à l'acide camphénilique.

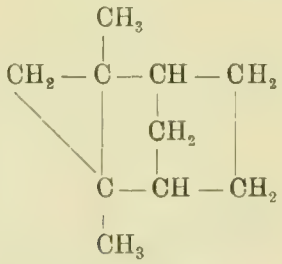
Nous connaissons très peu le cyclène, mais il n'y a aucun doute qu'il ne possède pas de liaisons doubles. De deux formules pour le cyclène, indiquées par Godlewski et par Wagner aucune n'est établie définitivement; mais la formule de Wagner, répond mieux à la réaction, bien étudiée pour le cyclène, savoir: la formation de l'isobornéol du cyclène et vice versa. On ne peut rien dire de la formule du troisième corps isomère, la constitution de l'acide camphénocamphorique n'étant pas étudiée complètement à cause des difficultés avec lesquelles s'oxyde à l'aide de $KMNO_4$ ce que nous appelons camphène; il faudrait supposer, qu'à l'exception du camphène véritable, les autres corps isomères sont des corps tricycliques saturés.



le camphène de Wagner

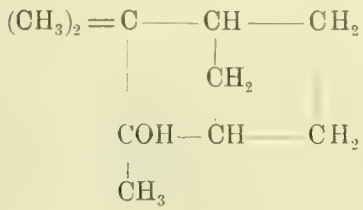


le cyclène de Godlewski

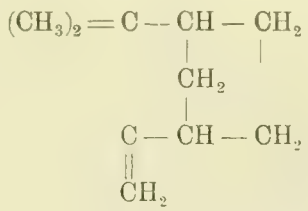


le cyclène de Wagner

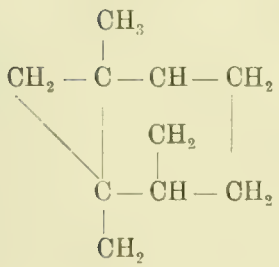
Si nous faisons attention à la loi de Bredt, concernant la propriété de l'atome de carbone participant dans deux anneaux pentaméthyléniques, nous pouvons former de l'isobornéol les corps isomères $C_{10}H_{16}$ suivants:



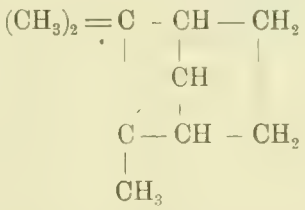
l'isobornéol



le camphène de Wagner

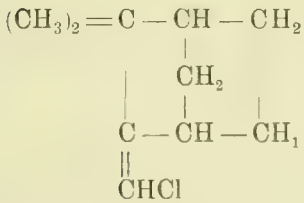


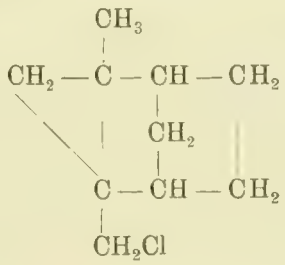
le cyclène de Wagner

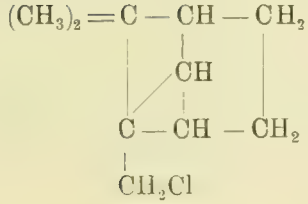


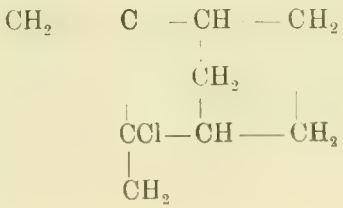
le cyclène répondant à l'acide camphénocamphorique ?...

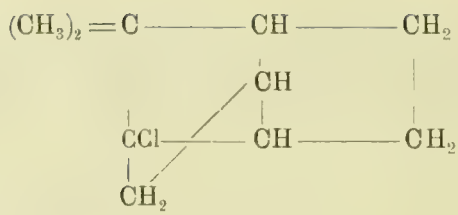
D'autre part nous pouvons obtenir du chlorocamphène ou de la chlorhydrine les monochlorures répondant aux formules suivantes:











J'ai essayé de trouver par des méthodes chimiques les corps isomères dont l'existence était supposée dans le mélange des monochlorures, formés par l'action de HClO sur le camphène. La réduction du mélange de monochlorures ($C_{10}H_{15}Cl$) à l'aide de l'hydrogène naissant avait lieu dans la solution alcoolique à l'aide de sodium métallique. Comme résultat final de la réaction, j'ai obtenu un mélange des hydrocarbures répondant à la formule $C_{10}H_{16}$ qui, comme le démontra l'oxydation par le $KMNO_4$, était un mélange du camphène véritable et du cyclène. Le cyclène fut isolé comme tel; quant aux produits d'oxydation c'étaient le camphénilon ($C_9H_{14}O$) et l'acide camphénilique, c'est à dire les produits. qui se forment pendant l'oxydation du camphène. Je n'ai pas obtenu de l'acide camphénocamphorique. Une partie de chlorures resta non réduite.

L'oxydation du mélange de monochlorures ($C_{10}H_{15}Cl$) par KM_4O_4 a donné des résultats suivants:

1) une partie de monochlorures ($C_{10}H_{15}Cl$) est restée inaltérée. Ce monochlorure avait le poids spécifique $D_0^0 = 1{\cdot}0498$, $D_0^{17} = 1{\cdot}347$.

Le dosage du carbone, de l'hydrogène et du chlore a donné des résultats suivants:

$$C = 70{\cdot}06;\ H = 8{\cdot}77;\ Cl = 20{\cdot}47.$$

Calculé pour $C_{10}H_{15}Cl = C = 70{\cdot}38,\ H = 8{\cdot}80;\ Cl = 20{\cdot}82\%$.

Ce monochlorure n'avait pas la propriété de réagir sur l'azotate d'argent en solution alcoolique.

2) Le camphénilon à point de fusion de 38° ($C = 77{\cdot}62$, $H = 10{\cdot}18$. Calculé pour $C_9H_{14}O - C = 78{\cdot}26$; $H = 10{\cdot}14$). Du camphénilon j'ai obtenu un oxyme à point de fusion de 104°—106° (Trouvé $C = 70{\cdot}09$, $H = 9{\cdot}93$, $N = 9{\cdot}33$. Calculé pour $C_9H_{15}NO$: $C = 70{\cdot}69$, $H = 9{\cdot}93$, $N = 9{\cdot}15$).

3) Un produit neutre, non volatil, en quantité très insignifiante à point de fusion de 205°, qui n'a pas été étudié de plus près.

4) De l'acide déshydrocamphénilique à point de fusion de 150°,5.

(Trouvé: C = 72·32, H = 8·42, calculé pour $C_{10}H_{14}O_2$ C = 72·28 H = 8·43).

5) De l'acide camphénilique à point de fusion de 172° et une petite quantité d'un acide liquide.

L'action de l'acétate de sodium sur le mélange de monochlorures à la température de 140° a permis d'isoler ceux des corps isomères, qui possédaient la propriété de réagir sur l'azotate d'argent en solution alcoolique. L'éther obtenu de cette manière bouillait sous la pression de 13 mm. à 106 – 110° et a donné après la saponification un mélange d'alcools cristallisés, à point de fusion de 45°–50°. (Le dosage du carbone et de l'hydrogène a donné les résultats suivants: C = 78·82% – H = 10·51. Calculé pour $C_{10}H_{16}O$: C = 78·94, H = 10·53).

Par oxydation de ce mélange d'alcools par le $KMnO_4$ furent isolés les produits suivants:

a) neutres:

1) à point de fusion de 205°—207° et

2) à point de fusion de 150° — tous les deux nouveaux, à structure non déterminée de plus près;

b) acides:

1) l'acide déshydrocamphénique en quantité très insignifiante à point de fusion de 150°,5 et

2) un acide liquide qui, lui aussi, ne fut pas étudié de plus près,

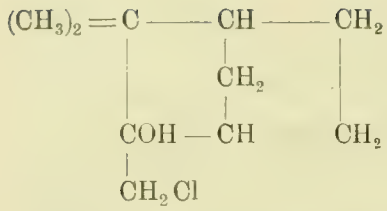
Le produits d'oxydation du camphène véritable manquaient complètement.

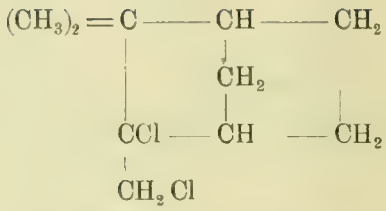
L'action de l'acide acétique en présence de l'acide sulfurique sur le mélange des monochlorures ($C_{10}H_{15}Cl$) obtenus après la séparation du monochlorure, qui réagit sur l'azotate d'argent en solution alcoolique, a démontré l'analogie complète entre ces monochlorures d'une part et le camphène et le cyclène d'autre part. Car des monochlorures s'est formé dans ce cas l'éther de chlorhydrine et nous savons que le camphène et le cyclène donnent dans des circonstances pareilles l'acétate d'isobornéol.

Des résultats obtenus j'arrive aux conclusions suivantes:

L'acide hypochloreux se combine avec le camphène et forme:

1) de la chlorhydrine de glycol camphénique de groupes (OH) près du carbone tertiaire





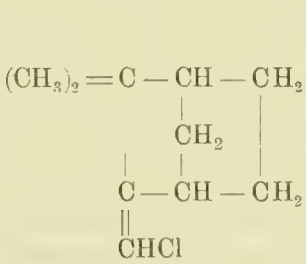
2) un chlorure $C_{10}H_{16}Cl_2$ à point de fusion de 139°—140°, formé par l'action de l'acide HClO sur le camphène, qui est en réalité le chlorocamphène.

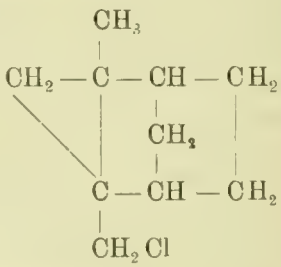
3) un mélange de monochlorures $C_{10}H_{15}Cl$, qui contient trois corps isomères:

a) le monochlorure de camphène,

b) le monochlorure de cyclène et

c) un monochlorure de structure inconnue, mais non camphénique.





4) Le fait que l'on obtient l'éther acétique de chlorhydrine du mélange de monochlorures ($C_{10}H_{15}Cl$) confirme que la structure de l'isobornéol et celle du camphène sont identiques.

5) L'isomérie des aldéhydes (le liquide et le solide) qui donnent par oxydation les mêmes acides camphénilanique et isocamphénilanique a pour cause le fait que ces aldéhydes se forment, de même que les glycols pinoliques, par voies différentes; elle appartient à l'isomérie cis-cis trans.

40. M. E. GODLEWSKI jun. **Skrzyżowanie jeżowców z liliowcami.** ***(Die Hybridisation der Echinideen- und Crinoideenfamilie).*** (*Sur l'hybridation des Echinides avec la Comatule*). Mémoire présenté par M. C. Kostanecki m. t.

Die epochemachende Entdeckung von J. Loeb über die Kreuzung zwischen zwei Familien (Echinoideen und Seesternen, resp. Schlangensternen) hat mir die Anregung zu weiteren Untersuchungen auf diesem Gebiete gegeben. Während meines Aufenthaltes in der zoologischen Station in Neapel habe ich Versuche angestellt behufs Befruchtung der Echinoideeneier mit dem Sperma von Antedon rosacea. Ich habe diese Experimente zu dem Zweck unternommen, um die morphologische Entwickelung solcher Bastarde von dem Befruchtungsvorgang an genau kennen zu lernen mit Rücksicht auf die Bedeutung, welche dieselbe für das Vererbungsproblem haben muß, vor allem, wenn die Kreuzung an zwei Familien vorgenommen wird, deren spezifische Merkmale so charakteristisch sind, daß die Zugehörigkeit des Mischlings zu dem väterlichen oder mütterlichen Typus mit Sicherheit festgestellt werden kann.

Es ist mir gelungen, die Eier der in Neapel leicht zugänglichen Echinoideenarten: Echinus microtuberculatus. Strongylocentrotus lividus und Sphaerechinus granularis mit dem Sperma von Antedon zu befruchten, wenn die Alkaleszenz des Seewassers durch den Zusatz von 0·75—1·25 ccm $\frac{n}{10}$ Na OH erhöht wurde.

Bei den Experimenten waren alle Vorsichtsmaßregeln vorgenommen, um die Infektion mit dem eigenartigen Sperma zu vermeiden (vergl. Loeb Pflugers-Arch. Bd. 104 p. 327). Die parthenogenetische Befruchtung wurde durch Kontrollversuche ausgeschlossen.

Die Experimente, welche genauer in der ausführlichen Arbeit, die ich demnächst abzuschließen hoffe, beschrieben werden, haben bezüglich der physiologischen Befruchtungsbedingungen auch für das oben erwähnte Material die Angaben von Jacques Loeb aufs schönste bestätigt und manche neue Ergänzungen zu tage gefördert. Folgende Faktoren zeigen den Einfluß auf den Prozentsatz der heterogen befruchteten Eier:

1. Die Quantität der Geschlechtsprodukte muß in gewissem Verhältnis zueinander stehen: als allgemeine Regel gilt, daß zu einem verhältnismäßig geringen Eierquantum eine reichliche Menge Sperma zugesetzt werden muß.

2. Die individuelle Beschaffenheit der zum Experiment verwendeten Tiere. Ceteris paribus erhält man einen anderen Prozentsatz der heterogen befruchteten Eier bei verschiedenen Individuen derselben Spezies.

3. Nicht nur die Geschlechtsprodukte verschiedener Individuen, sondern auch die einzelnen Eier und Spermatozoen eines und desselben Individuums verhalten sich verschieden, da die verschiedenen Eier und Spermatozoen nur bei bestimmter OH Jonen-Konzentration des umgebenden Mediums miteinander kopulieren. Bringt man die Geschlechtsprodukte (Echinoideeneier und Antedonsspermatozoen) in Meerwasser von geringem Na OH Zusatz (0·25 ccm $\frac{n}{10}$ Na OH : 100 Seewasser) und ersetzt dasselbe durch Flüssigkeiten von immer höherer Alkaleszenz (0·5 sodann 0·75, 1, 1·25, 1·5 ccm $\frac{n}{10}$ Na OH : 100 ccm Seewasser), so kann der Prozentsatz der heterogen befruchteten Eier beträchtlich erhöht werden, indem man auf diese Weise die Alkaleszenz des umgebenden Mediums gewissermaßen der Individualität der einzelnen Eier und Spermatozoen der Reihe nach anpaßt.

4. Liegen bloß die Echinus-Eier eine Zeit lang in alkalischer Lösung, werden sie nachher in gewöhnlichem Seewasser ausgewaschen und in Na OH freiem Seewasser mit Antedonssperma versetzt, so kann die heterogene Befruchtung, obschon in herabgesetztem Prozentsatz auch in gewöhnlichem Seewasser stattfinden. Auch wenn die OH Jonen vor der Befruchtung auf die Samenfäden gewirkt haben, können diese Spermatozoen von Antedon mit Echinoideeneiern in gewöhnlichem Seewasser kopulieren.

Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß die OH Jonen sowohl auf die Spermatozoen, wie auch auf die Eier Einfluß ausüben.

Die morphologische Untersuchung der einzelnen Entwickelungsstadien ergab zuerst, daß die Anregung zur Entwickelung auf dem Eindringen des Spermatozoons in das Ei der fremden Familie beruht. Die Abhebung der Dottermembran ist deutlich an den befruchteten Eiern wahrnehmbar. Die Präparate der mit Antedonssperma besamten Echinoideeneier haben den Beweis erbracht, daß auch die Kerne der Geschlechtsprodukte miteinander kopulieren.

Die Furchung geht vollkommen normal nach dem üblichen Typus des weiblichen Individuums vor sich, das Tempo des Furchungsprozesses stimmt mit demjenigen der reinen Kultur überein. Da jedoch verschiedene Eier in verschiedenen Zeitabständen nach der Besamung befruchtet werden und deshalb der Beginn der Entwikkelung bei verschiedenen Eiern verschieden ist — so findet man in einem und demselben Gefäß verschiedene Furchungsstadien nebeneinander. Auch das Blastulastadium läßt sich von der Blastula der reinen Echinoideenkultur nicht unterscheiden, die Blastulae weisen rechtzeitig ihre Cilien auf und schwimmen munter im Gefäß herum.

Die weitere Entwickelung hängt davon ab, von welcher Echinoideenart die Eier herstammten. Von den Sphaerechinus- Antedonsembryonen hat nur ein Teil das Gastrulastadium erreicht. Nie habe ich die Skelettanlage sehen können. Die Strongylocentrotus ♂ Antedon ♀ Kombination ging größtenteils bis zum Gastrulastadium, einzelne Embryonen erreichten das Pluteusstadium.

Die größte Anzahl der Plutei habe ich von der Kreuzung $\frac{\text{Antedon } ♂}{\text{Echinus } ♀}$ bekommen. Während der Entwickelung ist oft zeitweise ein Stillstand der morphogenetischen Prozesse beobachtet worden, zuerst während des Blastulastadiums vor dem Beginn der Mesenchymbildung, nachher nach der beendigten Gastrulation vor dem Beginn der Skelettbildung. Die Zeit des Stillstandes dauert oft mehrere Stunden lang, ja oft habe ich (besonders in der Kultur $\frac{\text{Antedon } ♂}{\text{Sphaerechinus } ♀}$) selbst zwei Tage lang dauernde Entwickelungsunterbrechungen bemerkt. Bei jeder solchen Entwickelungsunterbrechung geht ein Teil der Embryonen zu grunde, die übrigen entwickeln sich weiter. Der Prozentsatz der Eier, welche das Pluteusstadium erreicht haben, ist in der Regel sehr gering, hängt aber sehr viel von der Individualität des Materials ab. Höchstens haben sich 5% der heterogen befruchteten Eier $\frac{\text{Antedon } ♂}{\text{Echinus } ♀}$ zum Pluteusstadium entwickelt, gewöhnlich aber noch weniger; oft kommen Fälle vor, wo kein einziges Ei das Stadium der Gastrula mit dreistrahliger Skelettanlage überschritten hat. Während des ganzen Entwickelungsprozesses sind ausschließlich die Charaktere des mütterlichen Typus wahrnehmbar. Die oben erwähnte Ungleichzeitigkeit des Befruchtungsprozesses, der von Zeit zu Zeit eintretende

Stillstand im Verlauf der morphogenen Vorgänge sind die einzigen Unterschiede, an welchen die Kreuzungskultur von der reinen Echinoideenkolonie sich unterscheiden läßt. Was die morphologischen Merkmale betrifft, ist die Kultur $\frac{\text{Echinus } ♂}{\text{Echinus } ♀}$ und $\frac{\text{Antedon } ♂}{\text{Echinus } ♀}$ vollkommen gleich

Im Blastulastadium tritt bei den Bastarden die Mesenchymbildung ein (bei Antedon gibt es kein primäres Mesenchym), in der Gruppierung der mesenchymatischen Elemente ist kein Unterschied im Vergleich mit der reinen Kultur bemerkbar. Nachdem das Mesenchym sich in zwei Gruppen verteilt hat und das Archenteron in der für Echinus charakteristischen Weise [1]) entstanden ist, tritt die erste dreistrahlige Skelettanlage ein. Bei diesen Embryonen, welche das Stadium des fertigen Pluteus erreicht haben, ist die Skelettanlage mit den für Echinus charakteristischen Armen entstanden. Die Plutei leben oft mehrere Tage lang. Es ist noch hervorzuheben, daß oft auch in der Entwickelung einzelner Organe, Hemmungs-[2]) oder Abweichungserscheinungen vorkommen; jeder aber, welcher die Entwickelung der Echinoideenlarven (der reinen Kultur) öfters beobachtet hat, weiß, wie oft derartige Abnormitäten vorkommen. Dabei ist zu bemerken, daß ich nie eine Abweichung von dem normalen Typus des mütterlichen Organismus sehen konnte, welche auf den Einfluß des väterlichen Typus hinweisen könnte.

Aus allen diesen Beobachtungen geht hervor, daß der Befruchtungs- und Vererbungsprozeß zwei voneinander unabhängige Erscheinungen sind. Das Spermatozoon kann in das Ei hineindringen, sein Kern kann mit dem Eikern kopulieren, durch das Hineindringen des Samenfadens kann die Anregung zum Entwickelungsvorgang gegeben werden, aber trotz der Kernverschmelzung äußern sich keine väterlichen Charaktere in der morphologischen Struktur der Bastarde aus.

Wäre der Ausdruck „Vererbungsträger" berechtigt, so dürfte man ihn nicht ausschließlich für die chromatische Substanz reservieren. Im Gegenteil man müßte annehmen, daß die im Kern vorhandenen (?) Potenzen nur vom Eiprotoplasma aktiviert werden können.

[1]) Vergl. Schmidt: Zur Kenntnis der Lawenentwickelung von Echinus Microtuberculatus. Verh. der phys.-med. Ges. zu Würzburg. 1904.

[2]) Hemmungen in der Skelettbildung kamen besonders oft vor.

Bei der heterogenen Befruchtung ist aber diese Funktion des Eiprotoplasmas nicht möglich. Das Eindringen des Spermatozoons der fremden Familie kann also nur die Anregung zur Entwickelung veranlassen, bei welcher ausschließlich die mütterlichen Merkmale zum Vorschein kommen.

Die Möglichkeit der Kreuzung zwischen Echinoideen und Crinoideen hat mich auf den Gedanken geführt, die Boverischen klassischen Experimente, welche sich auf die Kreuzung Echinus-Sphaerechinus bezogen, mit meinem Material durchzuführen, namentlich die kernlosen Fragmente der Echinoideen- Eier mit Antedonspermatozoen zu befruchten. Die Echinuseier wurden auf einer Paraffinplatte geschnitten, nachher die kernlosen Fragmente herausgefischt, so genau als möglich auf das Nichtvorhandensein des Kerns kontrolliert und in alkalisches Seewasser, welches mit Antedonssperma versetzt wurde, herübergebracht. Die Befruchtung solcher Fragmente gelingt schwer, man erhält aber doch einen kleinen Prozentsatz befruchteter Eifragmente. Die Entwickelung beginnt mit der Furchung, welche den gewöhnlichen Typus der merogonischen Echinusfurchung darbietet. Oft starben die Eier schon während des Furchungsprozesses ab, die anderen haben sich zu Blastulae entwickelt. Aus der großen Zahl meiner Versuche haben nur vier Embryonen, welche von den kernlosen mit Antedonspermatozoen befruchteten Echinuseifragmenten stammten, das Gastrulastadium erreicht, kein einziger hat aber die Skelettanlage gebildet. Die ganze morphogenetische Entwickelung dieser Fragmente, welche also nur den Antedonskern aber keinen Echinuskern besaßen, zeigte bei genauer Analyse selbst dieser Gastrulastadien keine Antedoncharaktere. Die Comatuliden bilden im Blastulastadium kein primäres Mesenchym, bei diesen merogonischen Bastarden habe ich aber in den Fällen, welche das betreffende Stadium erreicht haben, das Mesenchym gefunden, ja sogar in der charakteristischen ringförmigen Gruppierung. In dem Gastrulastadium, deren vier Fälle von mir beobachtet wurden, hat der Darm die für Echinus charakteristischen Drehungen ausgeführt, das Mesenchym hat sich in zwei Gruppen verteilt. Leider gelangten die Gastrulen nie zu dem Stadium, in welchem das Skelett angelegt wird. Die Entstehung der

Dreistrahler wäre ein sicheres Kriterium, daß auch die weitere Entwickelung nach dem weiblichen Typus verläuft.

In allen diesen Experimenten ist kein Anhaltspunkt zur Annahme gegeben, daß die Kernsubstanzen als die einzigen „Vererbungsträger“ aufzufassen sind, im Gegenteil muß auch der Einfluß des Protoplasmas auf die morphologischen Entwickelungsvorgänge der Nachkommenschaft angenommen werden.

---

41. MM. C. ZAKRZEWSKI et C. KRAFT. **O kierunkach głównych w cieczach łamiących światło podwójnie wskutek ruchu.** ***(Sur les directions principales dans les liquides biréfringents par effet du mouvement).*** Mémoire présenté par M. A. Witkowski m. t.

Dans la note présentée par l'un de nous à l'Académie en 1904 [1]) a été décrit un appareil pour la détermination des directions principales dans les liquides, doués de la biréfringence par effet du mouvement relatif. On y a donné le résultat des expériences sur le collodion et les huiles: de paraffine, de lin et d'olive. Conformément à l'observation de Kundt on a trouvé que dans les huiles susmentionnées les directions principales forment un angle de 45° avec la direction du mouvement. Au contraire, dans le collodion l'angle en question est différent de 45° et il dépend de la vitesse du mouvement.

Dans l'appareil décrit dans la note citée ci-dessus le liquide examiné était contenu entre les parois latérales de deux cylindres conaxiaux verticaux, dont l'extérieur était fixe et l'intérieur pouvait être mis en rotation par un moteur. Pour mesurer l'angle formé par l'une des directions principales du liquide en mouvement et le rayon des cylindres, passant par le point observé, on employait deux nicols croisés. On pouvait les tourner simultanément autour d'un axe traversant le liquide et parallèle à l'axe des cylindres. Le champ de vue était limité à un petit cercle, dont le diamètre était égal à la distance des parois des deux cylindres (fig. 3). Pour préciser les mesures on se servait encore de la lame double de Bravais.

[1]) C. Zakrzewski. „Sur la position des axes optiques dans les liquides déformés“. Bull. de l'Acad. des sciences de Cracovie 1904

Dans les expériences que nous allons décrire maintenant nous avons modifié aussi bien l'appareil lui-même que la méthode pour déterminer l'angle en question.

En ce qui concerne l'appareil, nous l'avons modifié de manière que nous pussions faire des expériences dans des températures beaucoup différentes de la température ambiante. Dans ces conditions le verre, constituant les fenêtres qui fermaient le liquide examiné, présentait dans l'arrangement ancien une biréfringence assez grande pour qu'elle empêchât la détermination des directions principales du liquide. L'arrangement nouveau de ces fenêtres est représenté sur la figure 1. On y voit qu'elles sont placées aux extrémités de deux tubes métalliques soudés aux bases du cylindre extérieur et qu'elles sont, par conséquent, en dehors de l'enceinte métallique qui constitue le thermostate. Nous y employons, comme fenêtres, des lames de verre très minces (0·2 mm). Ces lames ne touchent pas directement le métal, mais elles en sont séparées par des anneaux de caoutchouc mou, comme on peut le voir sur la figure 2. Grâce à cet arrangement nous avons évité la biréfringence des fenêtres dans un grand intervalle des températures: de —80° jusqu'à +50° C.

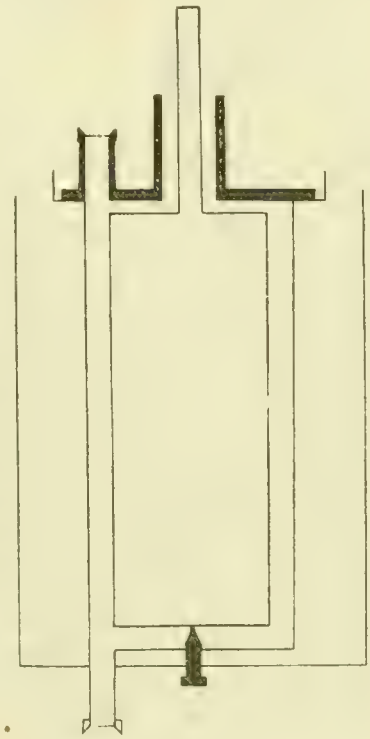


Fig. 1.

Quant aux autres détails de l'appareil, nous renvoyons le lecteur au travail cité plus haut.

Pour mesurer l'angle entre l'une des directions principales du liquide et le rayon des cylindres, passant par le point observé, nous n'avons employé cette fois que les deux nicols. En se servant de la lame double de Bravais dans le travail susmentionné, on y était contraint à se borner à l'étude du centre du champ de vue,

qui n'était pas d'ailleurs homogène. L'orientation des directions principales du liquide y dépend en général — comme nous l'avons trouvé maintenant — de la distance du point observé de la paroi du cylindre intérieur. Pour déterminer donc les directions en ques-

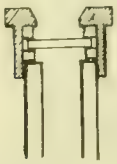


Fig. 2.

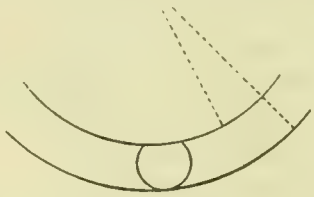


Fig. 3.

tion dans un point quelconque du champ de vue, comme nous l'avons proposé, aucun appareil à pénombre, dont l'orientation par rapport aux nicols doit rester invariable, ne peut convenir. En effet il est alors difficile de faire passer la ligne de démarcation par un point arbitrairement choisi. En outre, la lame de Bravais ne donne des résultats d'une grande précision que dans le cas, où la source lumineuse a la teinte du ciel gris-clair, et quand le corps examiné est incolore. Dans des conditions un peu différentes cet appareil peut cesser d'être sensible

Quant aux nicols, ils étaient croisés dans le cas d'un liquide optiquement inactif. Dans le cas d'un liquide doué du pouvoir rotatoire les nicols étaient orientés toujours l'un par rapport à l'autre dans la position donnant le minimum d'intensité de la lumière, lorsque le liquide était en repos.

En fixant de cette manière pour chaque liquide la valeur de l'angle s, que forment entre elles les directions de vibrations dans les deux nicols, nous avons évidemment

$$s = \frac{\pi}{2} + \varepsilon,$$

ε signifiant l'angle, dont le liquide en repos fait tourner le plan de polarisation de la lumière appartenant à la partie du spectre la plus lumineuse. Car il faut remarquer, que nous n'avons pas employé une lumière homogène, mais qu'un bec Auer nous servait toujours de source lumineuse.

Pour trouver les directions principales dans un point du liquide

en mouvement, on tournait les deux nicols toujours ensemble jusqu'à l'obtention du minimum d'intensité dans le point observé du champ de vue. On trouve, en effet, par le calcul[1]) que, l'angle s étant fixe, il faut, pour obtenir ce minimum, que l'on ait:

$$i = \frac{1}{2}\left(s - \frac{\pi}{2}\right)$$

et par suite

$$i - \frac{\varepsilon}{2}.$$

où i signifie l'angle entre une des directions principales du liquide et la direction du polariseur. En d'autres termes: les nicols une fois placés de manière que l'intensité de lumière soit aussi faible que possible dans le point considéré du liquide en mouvement on y trouve une de ses directions principales dans l'azimut $\frac{\varepsilon}{2}$ avec la direction du polariseur, l'azimut étant compté dans le sens du pouvoir rotatoire.

On en déduit enfin l'angle cherché χ que forme une des directions principales du liquide avec le rayon du cylindre, passant par le point observé, puisqu'il est facile de déterminer l'angle entre ce rayon et la direction du polariseur[2]).

En procédant ainsi nous avons constaté dans tous les cas le fait suivant. Quand on trouve dans un liquide en mouvement pour l'angle χ une valeur de $45^0 + \alpha$, sa valeur pour le sens inverse de rotation sera certainement égale à $45^0 - \alpha$, pourvu que toutes les autres conditions (vitesse, température, etc.) restent les mêmes.

On en conclut ce qui suit:

L'angle entre le polariseur et le rayon considéré — appelons-le η — étant évidemment égal à $\chi + i$, on aura pour un sens de rotation:

$$\eta_1 = 45 + \alpha + \frac{\varepsilon}{2}.$$

[1]) Kraft et Zakrzewski. „Une méthode pour déterminer les directions principales et... dans le cas de la biréfringence combinée avec le pouvoir rotatoire". Bull. de l'Acad. des Sc. de Cr. 1905.

[2]) Dans ce but nous avons marqué une fois pour toutes sur l'échelle angulaire la position des nicols assurant le minimum d'intensité dans le centre du champ dans le cas, où un liquide optiquement inactif avait $\chi = 45^0$.

et pour le sens inverse

$$\eta_2 = 45 - \alpha + \frac{\varepsilon}{2};$$

d'où

$$\eta_1 - \eta_2 = 2\alpha.$$

En d'autres termes: supposons que l'on a mis les deux nicols dans la position qui donne le minimum d'intensité pour un point du champ de vue. Alors, lorsqu'on change le sens de rotation, l'angle duquel il faut tourner les nicols, pour obtenir de nouveau le minimum dans le même point, sera égal à 2α, c'est à dire à la double valeur de la différence entre 45° et l'angle que forme une des directions principales du liquide avec le rayon du cylindre, passant par le point observé.

Considérons maintenant un liquide dans lequel les directions principales forment toujours, quelle que soit la vitesse de rotation, l'angle de 45° avec le rayon correspondant. On peut alors trouver la position des nicols, où l'on voit sur le fond clair une frange

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

obscure s'étendant le long du rayon du cylindre, passant par le centre du champ de vue. (Voir la figure 4).

Après avoir ensuite renversé le sens de rotation du cylindre, nous voyons la même frange à la même place qu'auparavant sans avoir besoin de varier la position des nicols. Réciproquement, toutes les fois que cela arrive, nous sommes sûrs que les directions pricipales du liquide examiné forment dans tous les points l'angle de 45° avec le rayon correspondant.

Considérons, au contraire, un liquide de l'autre type, dans lequel les directions principales forment un angle différent de 45° avec le rayon correspondant du cylindre.

On peut aisément reconnaître ce cas, car alors la position des nicols assurant le minimum d'intensité dans le point considéré, n'est

plus la même pour les deux sens de rotation, bien que la valeur de la vitesse reste la même.

De plus, nous avons trouvé que la frange obscure qu'on peut observer dans ces cas dans le champ de vue ne le traverse plus le long d'un rayon du cylindre, mais qu'elle le coupe obliquement. C'est ce qui nous rend manifeste que l'angle, formé par une des directions principales du liquide et le rayon, passant par le point considéré, dépend de la distance de ce point des parois des cylindres.

La frange obscure y est rectiligne tant que la vitesse de rotation ne dépasse pas une certaine valeur, qui dépend de la nature du liquide. (Pour le collodion, par exemple, cette valeur est 25 tours par sec.).

Supposons maintenant que cette condition est réalisée, c'est à dire, que la vitesse ne dépasse pas cette valeur „critique" et que le sens de rotation du cylindre intérieur est contraire à celui dans lequel tournent les aiguilles d'une montre. Pour une certaine position des nicols le champ de vue se présente alors comme sur la fig. 5.

On y voit que la frange obscure coupe le rayon, passant par le centre du champ, sur la paroi du cylindre intérieur. Soit alors A le nombre indiqué sur l'échelle angulaire par le nonius lié aux nicols.

Nous renversons ensuite le sens de rotation en ayant soin, que la vitesse reste la même. La frange obscure disparaît alors dans la plupart des cas, si la position des nicols n'a pas été changée. Mais nous cherchons leur position, où l'on obtient de nouveau le minimum d'intensité dans le point, où le rayon, passant par le centre du champ, rencontre la paroi du cylindre intérieur. Il est clair que le champ de vue ne peut avoir alors le même aspect qu'auparavant, c'est à dire comme sur la fig. 5, mais que son image est maintenant symétrique à la précédente. Elle est représentée sur la fig. 6.

Soit A' le nombre de l'échelle marqué par la nouvelle position des nicols. Pourvu que $A - A'$ soit plus petit que 90^0 et qu'il existe entre A et A' un nombre correspondant au cas, où $\alpha = 0$, on peut d'après ce qui précède mettre $A - A' = 2\alpha$.

Quant au signe de l'angle α nous avons trouvé dans tous les cas examinés qu'il dépend du sens de rotation, de manière indiquée sur les figures 5 et 6, comme d'ailleurs nous l'avons déjà observé dans le travail mentionné au début.

Les figures 5 et 6 nous apprennent donc directement que dans la région s'étendant près du cylindre extérieur l'angle α a une valeur moindre que dans les points situés près de la paroi intérieure.

Nous avons supposé jusqu'ici que la valeur de la vitesse est plus petite qu'une certaine valeur caractéristique pour le liquide examiné et pour la température d'observation. Si la vitesse dépasse cette valeur, la frange obscure aura un aspect tout à fait différent et variable suivant la valeur de la vitesse. Supposons que cette valeur va en croissant et que nous faisons toujours coïncider l'extrémité de la frange tournée vers l'axe avec le point d'intersection de la paroi intérieure avec le rayon, passant par le centre du champ.

Alors, la frange cesse d'être rectiligne, elle s'incurve d'abord et ensuite elle s'inflechit. Ces états sont représentés sur les fig. 7, 8, 9, dans le cas, où le sens de rotation est celui dans lequel tournent les aiguilles d'une montre. On déduit aisément des figures 8

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

et 9 que l'angle α a alors dans la couche centrale du liquide une valeur beaucoup plus grande que dans les autres points.

On peut dans le cas correspondant à la fig. 9 mettre les nicols dans une position, qui fait réapparaître le point d'inflexion de la frange dans le champ, comme on le voit sur la fig. 10 [1]).

Il y a enfin des cas, où l'on constate dans le champ de vue une complication d'un autre genre. Outre la frange décrite ci-dessus indiquant les points du liquide, où ses directions principales font

[1]) Les nombres donnés dans la note déjà citée se rapportent au collodion dans le cas de la fig. 10. Nous avons alors approximativement:

$$tg\, 2\alpha = Const\,.\, n,$$

où n est le nombre des tours dans une seconde du cylindre intérieur. Mais la forme de la frange étant ici irrégulière en comparaison avec le cas, où la frange est rectiligne, le mouvement du liquide ne peut non plus être régulier. Donc les conclusions tirées de la formule précédente ne sont plus admissibles.

l'angle $\frac{\varepsilon}{2}$ avec celle du polariseur, on voit une autre frange obscure perpendiculaire aux rayons du cylindre. Cette dernière frange reste obscure dans toutes les positions des nicols. Cela nous apprend que dans les points de cette frange le liquide n'est pas biréfringent du tout. Dans la suite nous ne nous occuperons pas des ces irrégularités. Tous les nombres qui suivent correspondent à un point du liquide qui se trouve tout près du cylindre intérieur, comme nous l'avons expliqué auparavant. Seulement pour le collodion nous donnons aussi les nombres se rapportant au point situé tout près du cylindre extérieur. Dans toutes les tables qui suivent, α signifie comme plus haut la différence entre 45° et l'angle que forme une des directions principales du liquide avec le rayon, passant par le point observé, n est le nombre des tours du cylindre intérieur dans une seconde et t est la température.

Le collodion [1]).

$t = 0^0$

$n =$ 2·2	$2\alpha =$ 43·7°
3·7	48·5
6·2	50·5
8·7	51·5
13·2	55·1
18·6	57·6
28·9	63·1

$t = 16^0$

$n =$ 2·3	$2\alpha =$ 36·0°
5·6	42·6
7·9	46·0
12·0	48·7
15·2	52·5
20·1	55·0
25·8	59·4

[1]) La solution commerciale de coton-poudre dans un mélange d'alcool et d'éther.

$t = 32^0$

$n =$ 4·7	$2\alpha =$ 36·7°
9·2	42·6
12·3	44·4
14·9	48·5
17·6	51·1
23·6	55·0

Ces résultats sont représentés par les courbes 1, 2, 3. En faisant abstraction des vitesses approchant 2, on peut exprimer ces observations par la formule empirique:

$$tg\ 2\alpha = A + Bn.$$

où A et B sont les fonctions de température. Pour $t = 0^0$ on a $A = 1{\cdot}00$ et $B = 0{\cdot}0324$, pour $t = 16^0$ on a $A = 0{\cdot}706$ et $B = 0{\cdot}0380$ et enfin pour $t = 320^0$ $A = 0{\cdot}585$ et $B = 0{\cdot}0363$. Dans les tables qui suivent nous comparons les valeurs de $tg\ 2\alpha$ calculées à l'aide de ces constantes, avec celles, que donne l'expérience.

$t = 0^0$

n	$tg\ 2\alpha$ (observé)	$tg\ 2\alpha$ (calculé)
2·2	0·955	1·071
3·7	1·130	1·120
6·2	1·213	1·200
8·7	1·257	1·282
13·2	1·433	1·428
18·6	1·576	1·603
28·9	1·971	1·936

$t = 16^0$

5·6	0·920	0·920
7·9	1·036	1·006
12.0	1·138	1·162
15·2	1·280	1·284
20·1	1·439	1·492
25·8	1·691	1·586

$t = 32^0$

4·7	0·745	0·756
9·2	0·919	0·919
12·3	1·036	1·030
14·9	1·130	1·126
17·6	1·235	1·224
23·6	1·428	1·442.

Les différences entre les valeurs observées et les valeurs calculées ne sont pas plus grandes que les différences entre les valeurs de $tg\, 2\alpha$ qu'on obtient pour la même vitesse par deux observations différentes. Seulement pour les vitesses les plus petites ($n = 2$) les déviations sont plus grandes; mais les observations sont ici moins exactes à cause de la petite valeur de la biréfringence; cette dernière circonstance ne permet pas de résoudre la question, si la valeur de l'angle α s'approche ou non de zéro pour les petites valeurs de la vitesse de rotation.

Nous donnons enfin les nombres correspondants à la partie du liquide située tout près du cylindre extérieur pour $t = 16^0$. Alors, l'angle 2α a les valeurs suivantes:

$n =$ 2·3	$2\alpha =$ 33·0⁰
5·6	38·6
7·9	39·5
12·0	41·5
15·2	44·4
20·7	51·0.

Gélatine.

On dissout la gélatine solide de commerce dans l'eau dans le rapport de 20 gr. de gélatine pour 100 gr. de solution.

Cette solution tourne alors le plan de polarisation dans notre appareil de 41⁰, pour $t = 32^0$. Les observations faites 24 heures après la préparation de la solution donnent à la même température le résultat suivant:

$n =$ 6·8	$2\alpha =$ 6·1
10·8	11·6
14·6	12·8
17·7	13·9
19·2	14·1
23·2	15·7

Pour les vitesses plus grandes que 6·8 on peut mettre comme dans le cas précédent $tg\,2\alpha = A + Bn$, où $A = 0{\cdot}143$ et $B = 0{\cdot}000577$. On peut comparer les valeurs observées avec les calculées dans la table suivante:

	$tg\,2\alpha$ (obs).	$tg\,2\alpha$ (calc.)
$n =$ 6·8	0·107	0·147
10·8	0·205	0·205
14·6	0·227	0·227
17·7	0·247	0·245
19·2	0·251	0·254
23·2	0·281	0·277

La même solution à la même température mais 40 heures après la préparation donne les valeurs de 2α plus grandes qu'auparavant. On a alors:

$n =$ 9·8	22·2°
15·2	22·4
19·6	22·7

Gomme arabique.

La solution examinée était la solution aqueuse, préparée par la maison Leonhardi. Elle tourne le plan de polarisation des quelques degrés à droite. La valeur de l'angle α ne dépend pas ici de la vitesse, comme le montre la table suivante, correspondante à $t = 25^0$.

$n =$ 6·3	$2\alpha =$ 15·2
12·5	14·8
15·8	15·8
19·5	15·0
30·0	14·5

On a donc pour la gomme arabique la formule $tg\alpha = A + Bn$, où $B = 0$.

La valeur de l'angle α ne varie presque pas avec la température.

Vernis Dammar [1]).

$t = 15^0\ 3$

$n =$ 2·3	$2\alpha =$ 40·8°
4·8	54·2
7·8	59·6
10·6	61·0
13·3	60·0
17·9	58·3
22·0	57·3
33·1	50·2

$t = 1^0$

1·2	57·3°
3·6	69·8
5·9	69·4
8·3	69·3
11·0	68·0
15·2	60·3

Les courbes (6, 7) correspondantes à ces nombres sont tout à fait différentes des courbes précédentes. La valeur de α est un maximum pour une certaine valeur de la vitesse, qui dépend de la température. On ne peut donc représenter ces courbes à l'aide de l'équation $tg\,2\alpha = A + Bn$.

Vernis Copal.

La solution examinée provenait de la maison Moeves de Berlin. Ce liquide est doué d'une opalescence forte. Au contraire, les liquides précédents sont transparents.

Les directions principales dans le vernis copal sont situées de telle manière, qu'une d'elles est parallèle au rayon du cylindre et l'autre y est perpendiculaire. On a donc ici $2\alpha = 90^0$ pour toutes les valeurs de la vitesse de rotation.

[1]) La solution de commerce de la maison Lefranc de Paris.

En arrêtant brusquement le cylindre en rotation on peut observer, que la biréfringence ne disparaît pas dans le vernis en même temps que cesse la rotation du cylindre. La durée du temps de relaxation a donc ici, d'accord avec l'observation de M. de Metz, une valeur finie de quelques secondes.

Acide métaphosphorique.

A l'aide du produit de Merck: *acidum phosphoricum glaciale*, nous avons préparé deux solutions aqueuses. L'une était parfaitement claire et transparente et l'autre était fortement opalescente. La première solution ne donne pas le phénomène de biréfringence, au contraire la deuxième devient biréfringente par effet du mouvement; on y observe aussi la relaxation de biréfringence dans un sens déjà mentionné et une grande valeur pour la différence α.

Huile de ricin, huile de paraffine, acide lactique[1].

Nous avons examiné ces liquides dans un grand intervalle des températures jusqu'au point où ils deviennent parfaitement solides ($t = -80^0$ environ.) Dans tous les cas on observe que, bien que la biréfringence soit considérable, les directions principales forment l'angle de 45^0 avec le rayon du cylindre.

Baume de Canada et térébenthine de Venise.

On peut faire des observations dans ces liquides en les chauffant un peu, puisque dans la température ambiante ils sont presque plastiques. Comme dans le cas précédent, les directions principales forment ici l'angle de 45^0 avec le rayon.

Il s'ensuit des expériences décrites ci-dessus, que l'on peut répartir les liquides examinés en deux classes. Dans la première classe se trouvent les liquides, dans lesquels les directions principales forment l'angle de 45^0 avec le rayon, pour toutes les vitesses jusqu'à 50 tours par seconde, quelle que soit la température d'observation.

Les liquides dans lesquels l'angle en question est différent de

[1]) Ce dernier contenait peut-être une petite quantité d'eau.

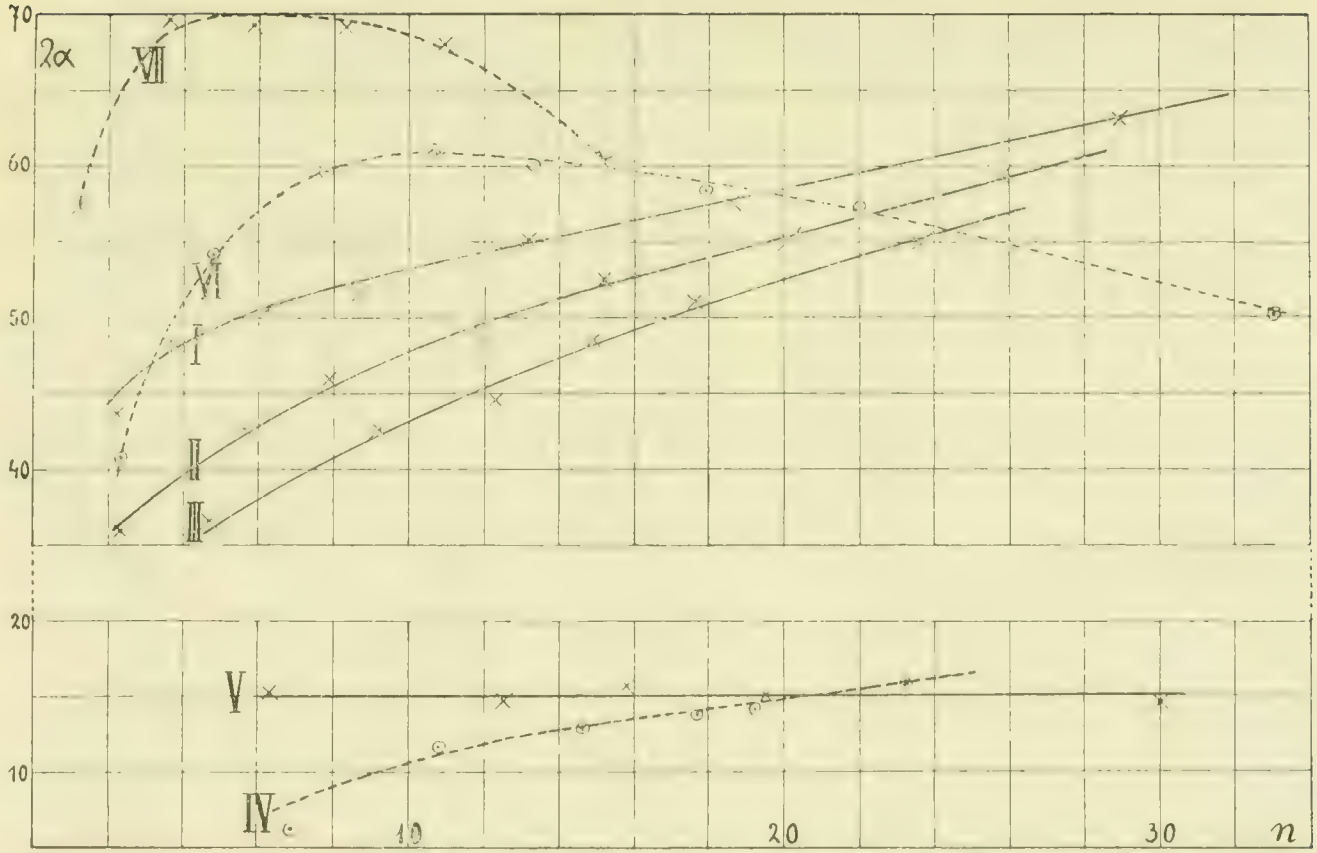


Fig 11.

45°, appartiennent à la seconde classe. Cette classe est formée exclusivement par les solutions colloïdales et par les liquides opalescents qui polarisent la lumière d'une manière analogue aux colloïdes. (phénomène de Tyndall). On sait d'ailleurs que ces liquides ne sont pas parfaitement homogènes, mais qu'ils contiennent des petites particules en suspension. Il est donc probable que dans les liquides de la seconde classe la biréfringence accidentelle, aussi bien que ce que l'angle α est différent de zéro, de même que le phénomène de la relaxation de biréfringence, soient tous en connexion avec l'existence des ces particules. On ne pourra donc appliquer à ces phénomènes aucune théorie, basée sur l'hypothèse d'un corps parfaitement homogène.

Nous devons, en terminant, exprimer notre profonde reconnaissance à M. le professeur Witkowski qui a bien voulu mettre à notre disposition les ressources de son laboratoire.

---

42. M. E. KIERNIK. **Przyczynek do histologii kleszczy jeżowców, w szczególności mięśni.** (*Beitrag zur Kenntnis der Histologie der Pedicellarien der Echiniden, insbesondere der Muskeln*). (*Contribution à l'étude de l'histologie des pédicellaires des Oursins, et surtout de leurs muscles*). Mémoire présenté par M. H. Hoyer m. c

(Planche XIII.).

Die Pedicellarien sind bereits vielfach untersucht worden, wie aus der ausführlichen Literaturzusammenstellung von Uexküll hervorgeht. Trotzdem herrschen über gewisse Fragen histologischer und physiologischer Natur unter den Autoren Meinungsverschiedenheiten und hierin sucht die vorliegende Arbeit Klarheit zu verschaffen.

Das Material wurde von der zoologischen Station zu Triest bezogen und bestand aus zwei Arten der regulären Echiniden, Paracentrotus lividus (Mort.) und Parechinus microtubercularis (Blainv.) Was die Einteilung der Pedicellarien anbelangt, so folgte ich derjenigen, welche von Müller, Valentin und Perrier eingeführt und von Hamann und v. Uexküll angenommen wurde. Auch bediente ich mich der Nomenklatur, welche die beiden letztgenannten Autoren teils anerkannt, teils eingeführt haben. Es ist nämlich v. Uexküll, der die Pedicellarien ihrer Funktion nach als Gift- Klapp- Beiß- und Putzange bezeichnet hat.

Von einer ausführlichen Beschreibung der Pedicellarien sehe ich in Anbetracht der Arbeiten von Hamann und Uexküll ab und hebe nur die Punkte hervor, über welche Meinungsverschiedenheit herrscht.

Wie bekannt, ist die ganze Pedicellarie mit einem Flimmerepithel bedeckt, darunter befindet sich ein Bindegewebe, welches sichelförmige kalkige Gebilde, Nervenfasern, das Skelett und Muskeln in sich einschließt. Bindegewebiger Natur ist auch die Membran, welche die Muskelsysteme umfaßt.

Das Skelett des Stieles ist von ganz einfachem Bau, das des Kopfes aber viel komplizierter. Das Skelett desselben setzt sich bekanntlich aus drei Teilen zusammen, von denen jeder in seinem basalen Abschnitte löffelförmig verbreitert und ausgehöhlt ist. Die Vertiefung wird durch eine kammartig hervorspringende und längs verlaufende Apophyze in zwei Gruben geteilt, während der untere Rand s. g. Rollen besitzt, die den Öffnungsmuskeln zum Ansatz dienen. Der obere Teil des Skelettes wird schmäler, ist am Ende unter einem Winkel von 90° abgebogen und ragt mit seiner Spitze, die als Giftstachel benützt wird, aus dem Ausführungsgang der sogleich zu besprechenden Drüse hervor. Außer diesem Stachel befinden sich etwas tiefer noch zwei akzessorische Stacheln, die in keinem Zusammenhange mit der Drüse stehen.

In jeder Zange liegt dorsal vom Kalkskelett ein Drüsensack, von retortenförmiger Gestalt mit einem langen dünnen Hals, dem Ausführgang. Von außen ist jede Drüse mit zwei sich kreuzenden, längs und querverlaufenden Schichten von glatten Muskeln bedeckt. Die Muskelfasern sind bandförmig, mit seitwärts anliegenden ellipsoidalen Kernen. Innen ruht auf einer Basalmenbran das Drüsenepithel, welches nach Foettingers Schilderung vielschichtig sein soll. Die tiefste Zellschicht wäre die germinative, die oberen näher dem Drüsenlumen liegenden sollen sukzessive der Schleimmetamorphose unterliegen. Die in Zerfall begriffenen Kerne, welche Foettinger gesehen haben will, sind seiner Meinung nach die besten Zeugnisse für diese Art der Sekretbildung.

Hamann dagegen beschreibt nur eine Schichte langer zylindrischer Zellen, die unter gewissem Neigungswinkel auf der Basalmembran stehen; der Zellkern liegt an der Basis der Zellen und der Rest derselben wird von einem feinen Netze erfüllt, in dessen Maschen Sekret-Körnchen und Kügelchen liegen, oder auch die fein granulierte Masse, welche man im Lumen selbst trifft.

Auf entsprechenden Durchschnitten und bei Anwendung der Flemingschen Fixierungsflüssigkeit mit nachträglicher Safraninfärbung habe ich Bilder erhalten, die mit der Beschreibung Hamanns völlig übereinstimmen. Die Sekretion geht somit nicht in der von Foettinger beschriebenen Weise vor sich, sondern derart, daß das Sekret mitsamt dem Gipfel der Zelle abgestoßen wird und dann die Zelle sich von neuem regeneriert.

Die Wände der Drüse werden gegen die Mündung dünner, der Ausführungsgang nimmt eine rinnenförmige Form an, ohne sich jedoch dichotomisch zu teilen, und endigt am Stachel in der Weise, daß letzterer vom Ausführgange umgeben wird.

Es ist dies auf Querschnitten deutlich zu sehen, wo sowohl von einer Teilung des Ausführganges als auch von der Existenz von zwei Drüsen (Fig. 2) keine Spur vorhanden ist, wie dies Hamann für Echinus acutus und das fragliche junge Exemplar von Toxopneustus lividus behauptet.

Meine Beobachtungen beziehen sich lediglich auf erwachsene Exemplare von Paracentrotus und Parechinus.

Die Nerven, ihr Verlauf, die Sinnesorgane (nach v. Uexküll Neurodermorgane genannt), hat Hamann sehr genau in der zitierten Monographie beschrieben. Ich kann zu seiner Beschreibung nur hinzufügen, daß bei Paracentrotus lividus und Parechinus ähnlich wie bei Echinus acutus nach Hamann sechs Neurodermorgane, zu zwei an jeder Zange, vorhanden sind. Sie liegen, wie bekannt, an der inneren Seite der Zangen, und zwar am Boden des Kelches, welchen die geschlossenen Zangen bilden, und drei am distalen Ende gleich unter dem Giftstachel. Die unteren Organe treten so deutlich zu tage, daß man sie ganz gut schon bei geringer Vergrößerung sehen kann. Die oberen sind viel kleiner und im allgemeinen weniger sichtbar. Besser lassen sie sich auf Schnittserien beobachten, an denen auch ihre Lage und ihr Bau genau festgestellt werden kann. Sie befinden sich in der Vertiefung zwischen dem Gift- und den beiden akzessorischen Stacheln und entsprechen in ihrem Bau ganz den unteren Organen.

Das ganze Muskelsystem der gemmiformen Pedicellarie besteht aus drei Muskelkomplexen, von denen die mächtigsten, die Schließmuskeln (Musc. adductores) sind. Sie setzen sich aus drei Bündeln zusammen, welche sich in der Grube zwischen Apophyze und dem äußeren Rande des löffelförmigen basalen Teiles des Kalkstabes

inserieren und nach der entsprechenden Grube der Nachbarzange laufen. Von oben gesehen und quergeschnitten, geben sie das Bild eines Dreieckes (Fig. 2), dessen Seiten die drei Bündel und die drei Scheitel die Ansatzpunkte darstellen. Jedes Bündel ist von einer bindegewebigen Membran umfaßt, welche auch die Anheftung der Muskelfasern an dem Skelette vermittelt.

Die Antagonisten der Schließmuskeln bilden die Öffnungsmuskeln (Musc. extensores). Sie verlaufen von einer Rolle zur anderen des basalen Teiles des Kalkskeletts, indem sie (siehe Längsschnitt Fig. 1.) einen Bogen beschreiben. Von oben gesehen, stellen sie sich in Form einer Rosette dar, so daß Hamann sie geradezu Rosettenmuskeln nennt.

Die Zahl ihrer Elemente im Vergleiche mit der der Schließmuskeln ist verschwindend klein, daher blieben sie lange unbemerkt und wurden zuerst von Hamann und Barrois entdeckt und beschrieben. Bis dahin galt die Erklärung, daß die Zangen nur vermittels ihrer Elastizität sich öffnen; erst Hamann lenkte die Aufmerksamkeit auf die Lage und Anheftung der Muskeln, welche eine geringere Arbeitsleistung und daher auch ihre geringere Ausbildung bedingt. Doch wäre hier noch die Summe der Arbeit beider Muskelkomplexe in Betracht zu ziehen, indem die Adduktoren nicht nur die Zangen schließen, sondern bei dem Einschlagen des Giftstachels tätig sind, während die Extensoren nur das Öffnen der Zangen bewirken.

Das dritte System der Muskeln bilden die Flexoren des ganzen Kopfteiles. Sie verlaufen vom keulenförmigen Ende des kalkigen Stieles zum äußeren unteren Rande des Zangenskelettes.

Wir gehen nun zu der Beschreibung der zweiten Art, nämlich zu den tridaktylen Pedicellarien, oder Klappzangen über.

Die tridaktylen Pedicellarien sind nach dem allgemeinen Schema gebaut, weisen aber im Vergleich zu den anderen gewisse Abweichungen auf.

„Der Kalkstab reicht nicht bis zum Kopfe hinauf — sagt Hamann — sondern hört eine geraume Strecke unterhalb desselben auf“ und weiter: „Die Strecke zwischen dem knopfförmig erweiterten Ende des Kalkstabes und dem Kopfteile der Pedicellarie wird eingenommen von einem elastischen Ligament, Gallertstiel, wie ich dies Gebilde zu nennen vorschlage. Dasselbe ist von zylindrischer Gestalt und wird allseitig von Muskelfasern umhüllt,

und zwar von glatten, welche an den Kalkstücken im Kopfteil der Pedicellarie inserieren, dem Ligament anliegen und bis zum Kalkstiel und selbst an diesem entlang verlaufen. Diese in einer Schicht parallel zueinander verlaufenden Fasern sind es, welche den Kopfteil umbiegen können, während das elastische Ligament in die vorige Lage zurückstrebt".

Inwiefern Hamann Recht hat und welche Funktion dies Gebilde hat, werden wir etwas später erfahren.

Wie andere Pedicellarien wird auch die tridaktyle von einem Flimmerepithel bedeckt, welches an der Innenseite der Zangen höher wird und stark innerviert wird, also als Sinnesepithel dient, denn von so differenzierten Neurodermorganen, wie wir sie auf der gemmiformen Pedicellarie angetroffen haben, ist hier keine Spur vorhanden.

Das Skelett der Zangen ist mehr verlängert als das der gemmiformen, besitzt keine Stacheln, dafür aber kleine Zähne an den beiderseitigen Rändern.

In dem Bindegewebe verlaufen drei starke Nervenstämme; Drüsen sind nicht vorhanden, das Muskelsystem wird wie überall von drei Muskelkomplexen gebildet, nämlich den Schließ-, Öffnungs- und Beugemuskeln. Die ersteren inserieren an den basalen Teilen des Kalkskeletts in ähnlicher Weise wie die Adduktoren der Giftzangen, sind daher sehr stark entwickelt und aus glatten und quergestreiften Fasern zusammengesetzt, was wir später noch weiter besprechen werden.

Die Öffnungsmuskeln sind bisher noch nicht beschrieben worden. Sie sind sehr schwach ausgebildet, da die Anzahl der Fasern sehr klein ist. Die Fasern selbst sind flach und bandförmig, so daß auf dem Längsschnitte (Fig. 3) ihre Dicke nur ein wenig größer ist als die der Bindegewebefasern. Ihre Lage, ihr Verlauf und ihre Anheftung entspricht vollständig derjenigen der Extensoren bei den anderen Arten der Pedicellarien.

Wir brauchen jetzt nicht mehr zur Elastizität der Zangen Zuflucht zu nehmen, um uns das Öffnen der Zangen klar zu machen. Hier, wie bei allen anderen Arten der Pedicellarien, haben wir es mit einem gesonderten Muskelsysteme zum Öffnen der Zangen zu tun.

Die Beugemuskeln umhüllen den Kalkstab und das Ligament allseitig und inserieren an der Basis des Zangenskelettes. Die

Wirkungsweise dieser Muskeln ist viel komplizierter als diejenige der Flexoren in den Giftzangen. Nach Hamann hätten diese Muskeln nur die Fähigkeit, den Kopfteil der Pedicellarie zu beugen, während das Zurückkehren desselben in die frühere Lage von der Elastizität des „Gallertstieles" abhängig sein sollte. Diese Annahme Hamanns ist aber zur Erklärung des Mechanismus des Umbiegens des Kopfes gar nicht notwendig und Hamann hat auf grund derselben Motive die erwähnte Leistung und Natur dem Ligamente zugeschrieben, auf grund deren man früher geneigt war, das Öffnen der Zangen, bevor die Öffnungsmuskeln entdeckt worden waren, mit der Elastizität der Zangen selbst zu erklären.

Der genannte Forscher erwähnt auch keine Methoden, auf grund deren er diese Elastizität nachgewiesen hätte. Wie ich mich überzeugte, gibt weder die Weigertsche Lösung, noch die Pappenheimsche Methode die charakteristische Reaktion für elastisches Gewebe in dem Ligament.

Die Muskeln des Stieles verlaufen, wie wir wissen, von seiner Basis bis zu den Zangen und umhüllen mit ihren Fasern sowohl den Kalkteil wie das Ligament. Kontrahieren sich jetzt die Muskeln der einen Seite, so wird der ganze Kopf nach dieser Seite umgebogen, die Kontraktion der gegenüberliegenden Muskeln wird den Kopf ausstrecken und auf ihre Seite ziehen. Da aber diese Kontraktionen sukzessive aufeinander folgen, so kommt es zu der Oszillation der Pedicellarien, die man bei Betrachtung der lebenden Seeigel beobachtet. Die Muskeln des Stieles sind also so gut Beuge-, wie Streckmuskeln, je nachdem sich die Muskeln der einen oder der gegenüberliegenden Seite des Stieles zusammenziehen. Es ist auch möglich, daß außer den Bewegungen, die unter dem Einflusse des Nervensystems stehen, wir es hier noch mit Spontanbewegungen zu tun haben, wie wir dies in den glatten Muskelfasern der Vertebraten sehen, wo die Kontraktion der einen Faser als Reiz auf die benachbarte wirkt.

Auf diese Weise ließen sich die kreis- und pendelförmigen Bewegungen der tridaktylen Pedicellarien erklären, die auch ohne sichtbaren äußeren Reiz am lebenden Tier zu beobachten sind.

Manchmal sehen wir, daß der entkalkte Teil des Stieles sich spiralförmig in der Richtung der langen Achse zusammenzieht. Diese Bewegung wird durch die gleichzeitige Kontraktion sämtlicher

Flexorenfasern des Stieles hervorgebracht, wie auch v. Uexküll annimmt.

Was nun das Ligament anbelangt, so können wir ihm im Gegensatz zu Hamann eine nur passive Rolle bei der Bewegung der Pedicellarie zuerkennen. Dasselbe ersetzt das Kalkskelett. Es besitzt die nötige Steifheit, ohne dabei die Bewegungen der Pedicellarien zu beeinträchtigen. Ja die Beweglichkeit der ganzen Pedicellarie ist dadurch noch erhöht und ihrer Aufgabe vorzüglich angepaßt. Wie diese Strukturverhältnisse sich ausgebildet haben, ist schwer zu sagen. Nimmt man jedoch an, daß alle Pedicellarien ursprünglich einen bis zum Kopfe reichenden Kalkstiel besaßen, so müßte bei den tridaktylen Pedicellarien eine allmähliche Reduktion eingetreten sein. Die nach Reduktion des Kalkes übrig gebliebene organische Substanz kann man mit dem Ligament genetisch verbinden.

Gehen wir jetzt zu der Histologie der Muskeln über.

In der Literatur, die sich auf die Histologie der Muskeln der Echiniden und im allgemeinen der Echinodermen bezieht, machen sich unter den Forschern zwei Ansichten geltend: Die einen behaupten, daß die Muskeln aus glatten Muskelfasern bestehen, die anderen, daß die Muskeln quergestreift sind.

Zu den ersteren gehören Wagner, Siebold, Johannes Müller, Baur, Kölliker, Fredericq, Schwalbe, Hoffmann, Koehler, zu den anderen Valentin, Quatrefages, Leydig und Stuart. Eine vermittelnde Stellung nehmen Geddes und Beddard ein, die alle Übergänge von glatten bis zu echten quergestreiften Muskelfasern und alle möglichen Bilder, die von früheren Autoren beschrieben wurden, zu sehen glaubten.

Hamann endlich beschreibt in seiner bereits mehrfach zitierten Monographie die Muskeln als glatt, nur diejenigen der tridaktylen und Mundpedicellarien als quergestreift.

In der Tat besitzen die Zangen sowohl glatte, als auch quergestreifte Muskelfasern. Es hängt dies erstens von der Art der Pedicellarie ab und ferner von der Muskelgruppe einer und derselben Pedicellarie.

Die Giftzangen besitzen ausschließlich glatte Muskulatur. Die Fasern derselben sind flach, homogen, vom Myolemma umhüllt, mit einem seitwärts anliegenden Kern. Der Kern ist von elipsoidaler Gestalt, mit körnerartig in seinem Inneren angeordneten

Chromatin. Es wird von einem kleinen Reste granulierten Protoplasmas umgeben. Die kontraktile Substanz ist nicht in Form einer Röhre oder eines Mantels angeordnet, auch nicht ausschließlich in der Achse der Faser gelagert, sondern nimmt ihre ganze Dicke ein. Diese Fibrillisation ist an einem frischen Muskel nicht sogleich zu erkennen; lassen wir aber auf den frischen Muskel eine Lösung von doppeltchromsaurem Kalium einwirken, dann tritt dieselbe zu tage. Gleichzeitig wird auch die pinselförmige Auffaserung der beiden Enden der Muskelfaser sichtbar (Fig. 4), welche unmittelbar in die bindegewebige Membran, die jedes Bündel der Adduktoren umfaßt und ihre Anheftung vermittelt, übergehen.

Einen weiteren Beweis für die Fibrillenanordnung in der Faser, liefern uns Querschnitte, auf denen wir einen ovalen Umriß des mit feinen Punkten besäten Myolemmas sehen. Diese Punkte stellen Querschnitte der Fibrillen dar, welche voneinander durch eine helle Perifibrillarsubstanz isoliert sind.

Die Fibrillen verlaufen parallel zueinander und zur langen Achse der Faser. Bisweilen sieht man im Verlaufe einer Fibrille einige Verdickungen, die sich auch auf sämtlichen Fibrillen einer Faser in dem gleichen Niveau befinden können, so daß man dann ein scheinbares Bild von Querstreifung bekommt. Diese Verdickungen entstehen durch Kontraktion einzelner Fibrillen und sind ihrer Natur nach den Verdichtungsknoten ähnlich, wie sie an der ganzen Faser zu beobachten sind. Sie liegen aber auf den Fibrillen nicht immer auf dem gleichen Niveau, was für eine gewisse Selbständigkeit der Fibrillen spricht.

Echte quergestreifte Muskeln sind neben glatten, ausschließlich in den tridaktylen und Mundpedicellarien anzutreffen, und zwar nicht, wie Hamann behauptet, in verschiedenen Muskelsystemen, sondern nur in den Schließmuskeln (Musc. adductores).

Die Extensoren und Flexoren bestehen ausschließlich aus glatten Muskeln, welche wie die oben beschriebenen Muskeln der Giftzangen gebaut sind.

Bei der Besprechung der Muskeln der Adduktoren sagt Hamann, daß sie quergestreift seien, und Geddes und Geddard sehen auf diesem Muskel alle Phasen der Querstreifung, welche die früheren Autoren, die sich mit der Frage beschäftigten, beschrieben hatten. Im Laufe meiner Untersuchungen konnte ich lange Zeit zu keiner

befriedigenden Lösung dieser Frage gelangen, erst genau orientierte Serienschnitte ließen keinen Zweifel mehr zu an der Existenz von quergestreiften Muskeln neben glatten.

In frischen Zupfpräparaten sind bereits sehr deutlich quergestreifte Muskelfasern von glatten zu unterscheiden; noch deutlichere Bilder erhält man nach Zusatz von Ranvierschem Pikrokarmin. Auch bei Mazeration der Pedicellarien in Alkohol à tiers trat die Querstreifung deutlich zutage.

Außer diesem strukturellen Unterschiede ließ sich ferner am frischen Präparate noch feststellen, daß die quergestreiften Fasern viel dünner sind als die glatten. Schon bei der Untersuchung des frischen Materials war ich auf den Gedanken gekommen, daß wir es hier mit einem System von Fasern zweifacher Art, sowohl mit glatten, wie auch mit quergestreiften Fasern zu tun haben. Gewißheit darüber brachten aber, wie gesagt, erst die Schnittpräparate. Auf Fig. 3 sehen wir deutlich, daß die Adduktoren in ihrer oberen Partie aus glatten, in ihrer unteren dagegen ausschließlich aus quergestreiften Fasern bestehen sind.

Daß wir es hier nicht mit Artefakten zu tun haben, beweisen einige Eigentümlichkeiten, die für die Beurteilung der Natur beider Arten der Fasern charakteristisch sind. Als auffallend ist das bereits erwähnte kleinere Kaliber der quergestreiften Muskeln zu bezeichnen. Wichtiger ist aber der Umstand, daß wir im den Teile des Schließmuskels, welcher glatt ist, und das ist der dritte obere Teil des ganzen Muskels, Fasern begegnen, welche auch nicht die geringste Spur von Querstreifung aufweisen. Umgekehrt gibt es in der quergestreiften Partie ausschließlich nur quergestreifte Fasern und keine glatten. Übergänge vom glatten zum quergestreiften Muskel sind nicht vorhanden, beide Muskelkomplexe sind vielmehr scharf voneinander geschieden. Ersteres müßte der Fall sein, wenn man die Querstreifung als ein durch die Fixierungsflüssigkeiten hervorgebrachtes Kunstprodukt deuten wollte.

Die scharfe Trennung der Muskelarten tritt besonders deutlich auf Querschnitten zu tage, zuoberst liegt eine Schicht von glatten Muskelfasern und unter denselben näher dem Stiele die große Masse der quergestreiften.

Betrachten wir Figur 3, so sehen wir nicht nur die erwähnten Unterschiede in der Dicke der Fasern, sondern auch die in bei-

den Arten von Fasern sich bemerkbar machenden Unterschiede in der Färbung. Die Querschnitte der glatten Fasern, die den oberen inneren Winkel einnehmen, sind dunkel, die der quergestreiften heller. Hier färbt sich nämlich nur die anisotrope Substanz, während die isotrope ungefärbt bleibt.

Auch die Enden der beiden Fasern verhalten sich verschieden: Die glatten sind pinselförmig aufgefasert, was man schon in größerer Entfernung vom Ende sehen kann und mit diesem aufgefaserten Ende heften sie sich an. Die quergestreiften verlaufen beinahe bis zur Ansatzstelle nicht aufgefasert und verlieren erst kurz vor derselben die Querstreifung.

Die Querstreifung der Muskeln ergibt ziemlich verschiedene Bilder. Meistens wird eine derartige Querstreifung angetroffen, daß die anisotrope und isotrope Substanz ganz regelmäßig alternierend angeordnet ist. Einer dunklen Linie folgt immer eine helle, eine Differenzierung in die Streifen Q. und Z. ist nicht vorhanden. Manchmal sehen wir, daß die anisotrope Substanz sich in dicke Scheiben legt und von der Peripherie der Faser etwas zurücktritt, so daß wir in solchen Fällen sehr gut die Anwesenheit eines Myolemmas konstatieren können. Es können auf einer und derselben Faser verschiedene Grade der Anhäufung der anisotropen Substanz vorkommen. Stellenweise sehen wir dicke, weit voneinander abstehende Streifen, die dann in dünne dicht nebeneinander liegende übergehen. Solche Bilder ließen sich als Phasen des Verlaufes der Kontraktionswelle auffassen.

Nicht selten sind auch Bilder der sog. Kontraktionsknoten vorhanden. Dann sehen wir eine quergestreifte Faser, deren Querstreifung an der Stelle verschwindet, wo die Knoten anfangen. Auch zwischen den Knoten ist keine Spur von Querstreifen sichtbar, die Faser ist glatt mit längs verlaufender Fibrillisieruug.

Umgekehrt können die Kontraktionsknoten so dicht gelagert sein, daß wir ein scheinbares Bild von Querstreifung erhalten. Weiter kommt manchmal die vom Schäfer beschriebene Art des Verhaltens anisotroper Substanz vor. Sie sammelt sich nämlich als dichte Scheibe an der Peripherie der Faser, durch ihre Mitte läuft ein heller Streifen paralell zur Längsachse der Faser, welche an dieser Stelle sich mehr verschmälert als in dem Teile, wo die Querstreifung ganz regulär hervortritt.

Zum Schluß muß ich noch erwähnen, was übrigens auch Ha-

mann an den Muskeln von Centrostephanus longispinus beobachtet hat, daß zwischen den Muskeln der Adduktoren des Paracentrotus auch solche sich finden, welche die Linie Q. und Z. der höheren Tiere aufweisen. Ob aber die Analogie hier zulässig ist, ist schwer zu sagen, weil solche Bilder nicht konstant auftreten und zweitens, weil wir schon in dieser Arbeit eine Möglichkeit verschiedener Zustandsänderungen der anisotropen Substanz erkannt haben.

Die Untersuchungen der Muskeln im polarisierten Lichte haben bis jetzt zu keinen positiven Resultaten geführt, allerdings sind dieselben auch unter ungünstigen Bedingungen ausgeführt worden.

Die histologische Differenzierung in glatte und quergestreifte Muskeln in der Weise, wie wir es oben beschrieben haben, findet aber auch ihre physiologische Begründung. Über die Leistung dieser Pedicellarien äußert sich v. Uexküll folgenderweise: „Im Gegensatz zu den Beißzangen stehen die tridaktylen Pedicellarien, bei denen das Schwergewicht der Leistung nicht auf Kraft, sondern auf Schnelligkeit gelegt ist". Hamann kommt bei der Beurteilung der Funktion den tatsächlichen Verhältnissen noch näher, indem er schreibt: „Es sind die beweglichsten und größten Formen unter allen Pedicellarien und befähigt, ungemein rasch zuzugreifen und festzuhalten." Die Pedicellarien dieser Art, deren Funktion sich im Fangen der sich nähernden kleinen Tiere äußert, muß eine gewaltige Bewegung beim Zusammenschließen der Zangen ausführen. Wir wissen aus der Muskelphysiologie, daß schnell verlaufende und momentane Bewegungen meistens, man kann beinahe sagen überhaupt, mit der quergestreiften histologischen Differenzierung der Fasern verbunden ist. Der energisch schnellen Kontraktion folgt alsbald Ermüdung. Deshalb werden in den Pedicellarien die quergestreifter Muskeln von den glatten unterstützt, um das von den Zangen ergriffene Objekt länger festhalten zu können. Daß schnell verlaufende Bewegungen an die Gegenwart quergestreifter Muskeln gebunden sind, dafür lassen sich zahlreiche Beispiele unter den wirbellosen Tieren anführen. Bei den Coelenteraten finden wir solche Verhältnisse im Medusenschirme, sie finden sich auch bei einigen Anneliden, wie Protula, Nephys, bei Rotatorien im Rotationsorgane, in der Tentakelkrone und die Retraktoren der Bryozoen; hieher gehören die Muskeln des Fußes und die Schließmuskeln gewisser Lamellibranchiaten u. s. w., endlich als das wichtigste Beispiel nenne ich die Muskeln der

Arthropoden, beziehungsweise der Insekten, welche außerordentlich höchst differenzierte Muskeln besitzen und auch die schnellsten Bewegungen ausführen.

Langdauernde Kontraktionen sind an die Gegenwart von glatten Muskeln gebunden. Als Beispiel dafür genügt es, nur die Muskeln der Mollusken überhaupt mit Ausnahme der vorher erwähnten, solche Muskeln, wie alle Sphinkteren, die Muskeln des Uterus der höheren Tiere u. s. w. zu nennen.

Eine solche Kombination von quergestreiften und glatten Muskelfasern, wie ich sie in den Pedicellarien gefunden habe, ist in histologischer Beziehung sehr interessant, gehört aber zu den Seltenheiten. Analoge Fälle sind jedoch aus der Literatur bekannt. So beschreibt Ihering, Blanchard, Fol, Tourneur Barrois, daß der Schließmuskel von Pecten jacobaeus sich aus zwei Partien, einer stärkeren, grauen, matt aussehenden aus quergestreiften Fasern und ferner einer kleineren, weißen, glänzenden aus glatten Fasern zusammensetzt. Dasselbe fand ich bei Pecten varius und Pecten glaber. Die ersteren dienen zu schnellem Zusammenklappen der beiden Schalen, wie es beim Emporheben des Pecten geschieht, die zweiten zum länger dauerden Verschluß der Schalen.

Meinen Befunden noch mehr entsprechende Verhältnisse finden sich nach Wagner (1865) im Schließmuskel der Lima spec.? Die äußere Schicht dieses Muskels besteht aus glatten Fasern, unter denen dann unmittelbar quergestreifte folgen. Letztere werden von ersteren nicht durch eine Membran geschieden, wie es bei Pectiniden der Fall ist, sondern berühren sich ganz so wie in den tridaktylen Pedicellarien. Auch hier kann man wie von den Adduktoren der Pedicellarien kein gesondertes Präparat von glatten und von quergestreiften Muskeln herstellen, da beide miteinander so eng verbunden sind.

Zum Schluß will ich noch ein Beispiel aus der Histologie der Wirbeltiere zitieren, nämlich, daß nach Leydig und anderen Forschern im Magen des Schlammpeizgers (Cobitis fossilis) und im ganzen Darmtraktus der Schleie (Tinca chrysitis) sich zwei Arten von Muskelfasern finden. Die Läng- und Ringsmuskeln sind quergestreift und über diesen liegt noch eine Schicht von glatten Fasern.

Die vorliegende Arbeit habe ich im Institute für vergleichende Anatomie der Universität Krakau unter der Leitung des Herrn

Professor H. Hoyer (iun.) ausgeführt, dem ich an diesem Orte für seine Ratschläge meinen aufrichtigen Dank ausspreche.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Längsschnitt durch eine Giftzange. Dr. = Drüsen. No 1. u. No 2. = Neurodermorgane. Ad. = Adduktoren. Ex. = Extensoren. Fl. = Flexoren.

Fig. 2. Querschnitt durch eine Giftzange. Ad. = Adduktoren. Kr. = Kristal. Dr. = Drüse.

Fig. 3. Längsschnitt durch eine Klappzange. Ex. = Extensoren. GlF. = Glatte Fasern. QuF. = quergestreifte Fasern.

Fig. 4. Glatte Faser mit pinselförmiger Auffaserung.

Fig. 5. Normal quergestreifte Faser.

Fig. 6 u. 7. Faser mit Verdichtungsknoten.

Fig. 8 u. 9. Verschiedene Querstreifung der Fasern.

---

43. M. M. KOWALEWSKI. **Studya helmintologiczne, część IX. O dwóch gatunkach tasiemców rodzaju Hymenolepis Weinl.** *(Helminthological Studies, part IX. On two species of tapeworms of the genus Hymenolepis Weinl). (Études helminthologiques, IX-me partie. Sur deux espèces des ténias du gengre Hymenolepis Weinl).* Mémoire présenté par M. Kulczyński m. c.

(Planche XIV.).

The author describes in this paper two species of tapeworms, belonging to the genus Hymenolepis Weinl., a short diagnosis of which was already given by him not long ago in another place (6).

Hymenolepis arcuata M. Kowalewski 1904.

Found by the author in the intestine of Fuligula marila L., in Dublany (Galicia; November 1895). Body thin, in living specimens almost transparent, with lateral appendages on its antiporal side. Poral border of each proglottis, especially in older proglottides, is shorter, than the opposite one, in consequence of which the whole body is arcuated (Fig. 1—4). Total length of body —30 mm., its maximal breadth —1·5 mm. Diameter of head about 0·12 mm. Longer diameter of slightly oval suckers (Fig. 5) —0·048 mm. Rostellum long, above 0·16 mm. Number of hooks (Fig. 6) —10; their length —0·014—0·015 mm. Neck short.

The structure and the topografical position of the internal organs are similar to those in many other representatives of the same genus

of type H. liguloides Gerv. (1., p. 308) and are evident from the adjoined drawings (Fig. 7—9). Here may only be cited, that the ring of the transversal external muscle fibers in the posterior part of the proglottis (Fig. 7., m. t. ex.) is so thin, that it can be easily overlooked, — and, that the muscle retractor penis (Fig. 8, m. r. p.) is fastened immediately under the layer of diagonal muscle fibers in the middle part of the ventral side of the proglottis. Longer diameter of oval embryo —0·0265 mm., its hooks —0·0088 mm. long.

Hymenolepis parvula M. Kowalewski 1904.

This very small tapeworm (Fig. 10—11) lives in the duodenum of the common duck (Anas boschas L. domestica) and it was also found by the author in Dublany (Galicia; March 1903). Maximal length of body —1·7 mm., its maximal breadth —0·25 mm. Number of proglottides 35—40. The last 3—5 of them, including ripe oncosphaeres, generally fall off. Head —0·16—0·2 mm. long, by 0·13—0·15 mm. broad. Suckers slightly oval; their longer diameter 0·08 mm. long. Rostellum thick, 0·25—0·3 mm. long. Number of hooks (Fig. 12) —10, their length —0·038—0·039 mm. Neck absent.

In the internal anatomy is also this species similar to the type mentioned above. The more important details are the following ones:

The 8 inner longitudinal bundles of mucle fibers (Fig. 13, m. l. in.) are here excessively strong by developed. The very long cirrus-pouch occupies above $^4/_5$ of the transversal diameter of the proglottis. Its external end is divided into two small branches. Through one of them, viz. the ventral, passes the cirrus, through the second, the dorsal branch, — an interesting organ, very similar to the cirrus. This organ, called by the author organ „A", can also be protracted, like the cirrus, however not for so long a distance, as the last one (Fig. 13—17, p., A.). On account of its position on the dorsal side of the cirrus and also its probable function, the author considers it as homologous to the „saccullus accessorius" in many other species of the same genus, for instance in H. sinuosa Zed. As the organ in question does not possess its own musculature, which we always find in the „sacculus accessorius", it is drawn into the cirrus-pouch for being taken there under the action of the muscles of the latter. It does also not possess spines, and for to close better the cloacal opening, around this opening exists

a very strong cloacal sphincter (Fig. 14, m. s. c.). In the structure of the female reproductive organs may only by mentioned a musculous enlargement of the vagina (Fig. 14, br. m. vg.), similar to that in Monopylidium cingulifera Krabbe (1., p. 358, Pl. 9, Fig. 43, v.) and some other tapeworms. Oval embryo is 0·02 mm. long. Length of its hooks --0·012 mm.

In an appendix to this paper. the author, replying to the objections of Fuhrmann (2., p. 646), concerning the musculature in Diploposte sui-generis sp. n. ? M. Kowalewski 1903, declares, that the so called by him subepithelial muscle layer (4., p. 203, Tab. III, Fig. 16, m. l. sep.) represents indeed only a part of the external longitudinal fibers, but that the layer of diagonal fibers (4., p. 203. Tab. III, Fig. 16., m. d.) is — on the contrary — a sundry one, quite independent from any other muscle system.

Lastly the author adds, that he has found now in the species in question, between the cuticula and the longitudinal subcuticular muscle fibers (4, p. 203, sub. l.) also a very well developed layer of transversal or rather circular muscle fibers.

---

44 M. L SITOWSKI. **Spostrzeżenia biologiczne nad molowcami.** ***(Biologische Beobachtungen über Motten).*** *(Contribution à la biologie des teignes).* Mémoire présenté par M. M. Siedlecki m. c.

(Planche XV.).

Wie bekannt, leben einige Raupen der Motten auf Wollstoffen oder auf Pelzen und ernähren sich meist von entfetteten Haaren, die vor allem Hornsubstanz. d. h. Keratin enthalten.

Nur in sehr geringer Menge können sich in der gewöhnlichen Nahrung der Raupen auch Eiweißkörper, Kohlehydrate und Fett befinden. Trotzdem diese Nahrung so wenig Nährwert besitzt, können die Raupen dieselbe gut ausnützen und damit das zum Wachstum und zur Metamorphose notwendige Material ersetzen.

Um mich zu überzeugen, auf welche Weise die Ausnützung dieser Nahrung bei den Raupen der Motten vor sich geht, beschloß ich, ihren Verdauungsprozeß näher zu erforschen. Bei der Zucht

dieser Insekten, die ich anlegte, konnte ich einige interessante biologische Beobachtungen machen, die ich in den vorliegenden Abhandlung darlegen will.

Meine Untersuchungen stellte ich in der Anstalt für vergleichende Anatomie an, wo mir die Weisungen und die Ratschläge von Prof. Dr. Hoyer [jun.] sehr behilflich waren, zugleich auch nahm ich die Hilfe von Prof. Dr. Siedlecki in Anspruch, der mir bei der v rliegenden Arbeit gütigst half und die beigefügten Figuren zeichnete.

Es möge mir vergönnt sein, meinen hochverehrten Lehrern an dieser Stelle meinen tiefempfundenen Dank auszusprechen.

Die Raupenzucht stellte ich auf folgende Weise an. Ich züchtete die Raupen in Gläsern, die mit durchlöchertem Fließpapier geschlossen waren, um den Luftzutritt zu ermöglichen. Die Raupen befanden sich auf Wollwatte. Bevor ich die Watte zu dem Experiment gebrauchte, untersuchte ich sie mikroskopisch, um mich zu überzeugen, ob sie aus reiner Wolle besteht; bei dem Experimente selbst bediente ich mich nur derjenigen Wollwattagattungen, welche nur sehr wenig Baumwolle enthielten. In die Gläser gab ich anfangs ein wenig mit Wasser getränkte Watta, um die Luft entsprechend feucht zu erhalten, bald aber überzeugte ich mich, daß diese Vorsicht nicht unbedingt notwendig war, da die Watta selbst aus der Luft eine Wassermenge anzieht, die zum Leben der Raupen unter normalen Bedingungen völlig genügt. Für die Untersuchung sammelte ich entweder Raupen oder züchtete sie aus Eiern von eingefangenen Schmetterlingen. Sobald eine Motte aus der Puppe ausgeschlüpft war, führte ich dieselbe in ein besonderes Gefäß über und konnte dadurch Männchen und Weibchen zu weiteren Studien isolieren. Ich setzte dann die einzelnen Männchen zu den Weibchen und konnte auf diese Weise die Kopulation beobachten. Die von den befruchteten Weibchen gelegten Eier dienten mir zur Zucht neuer Generationen. Da ich die Raupen mit fremden Stoffen z. B. mit Farbstoffen etc. nähren wollte, tränkte ich damit die Wollwatta und auf die so zubereitete Nahrung setzte ich vorsichtig die Raupen. Die ganze Zucht ging in einem dunklen Zimmer von statten.

Drei Raupengattungen der Motten leben gewöhnlich auf Wollstoffen und Pelzen und zwar:

Tineola biselliella Hummel, *Tinea pellionella* L. und *Trichophaga*

tapetzella L. Von diesen diente mir zur Untersuchung *Tineola biselliella* als eine der häufigsten. Bezüglich der systematischen Merkmale eines entwickelten Schmetterlings wurde die Beschreibung Heinemanns bestätigt[1]).

Von diesen verdient der Mangel der Nebenpalpen hervorgehoben zu werden, der ihn vorzüglich von einer sehr ähnlichen Gattung *Tinea pellionella* unterscheidet. Das Fehlen der Zunge bildet ebenfalls ein charakteristisches Merkmal dieser Motte. Ein entwickelter Schmetterling kann während seines verhältnismäßig langen, manchmal sogar einen Monat dauernden Lebens keine Nahrung aufnehmen, da ihm die entsprechenden Mundteile fehlen. Er lebt wahrscheinlich nur von den vorrätigen Stoffen, die in seinem Körper enthalten sind. Diese vorrätigen Stoffe dürfen höchstwahrscheinlich von dem Fettkörper stammen, der bei den Raupen sehr stark entwickelt ist und, wie ich mich später überzeugte, durch die Metamorphose auf den entwickelten Schmetterling übergeht.

Der Darminhalt eines entwickelten Schmetterrlings besteht aus einer dichten Masse, welche der Schmetterling größtenteils sofort nach der Entwicklung aus der Puppe ausscheidet. Die anfangs flüssige Masse trocknet zu weißen Flecken aus. Mikroskopisch untersucht, zeigen die Flecken eine deutliche Murexidreaktion, woraus man schließen kann, daß die Masse Harnsäure enthält. Das Vorkommen von Harnsäure in dem Darmsekret hatte Davy[2]) schon in Jahre 1846 bei den Motten beobachtet und seine Angaben wurden nach ihm durch viele Autoren bei anderen Insekten bestätigt.

In meiner Zucht bildeten die Weibchen die Mehrzahl der entwickelten Schmetterlinge; Männchen kamen ziemlich selten vor. Da bei der Spezies *Tineola biselliella* sich beide Geschlechter äußerlich voneinander nicht unterscheiden, so kann man sie nur dann sicher auseinanderhalten, wenn man ihre Genitalapparate untersucht. Gewöhnlich ist aber das Männchen etwas kleiner als das Weibchen. Das völlig isolierte Weibchen legte in 2 bis 3 Tagen nach der Entwickelung Eier parthenogenetisch; diese Eier gehen zugrunde, wie es übrigens fast bei allen Schmetterlingen vorkommt.

[1]) Die Schmetterlinge Deutschlands und der Schweiz. Band II. Die Motten und Federmotten Braunschweig 1870

[2]) Davy J. Note on the excrements of certain Insects. Edinb. non philos. Journ. 1846 (nach Fürth zitiert, da mir die Abhandlung von Davy nicht zugänglich war.

Die entwickelten Schmetterlinge sind für Licht sehr empfindlich und schützen sich vor demselben dadurch, daß sie sich zwischen den Falten des Stoffes, auf dem sie sitzen, verbergen.

Die Verbindung beider Geschlechter läßt sich leicht beobachten. Sobald das Männchen in das Glas, in dem sich das Weibchen befindet, hineingelassen wird, nimmt es sogleich die Kopulation vor; es neigt seinen Hinterleib herab und nähert auf diese Weise dessen Ende dem Abdomen des Weibchens zur gegenseitigen Verbindung der Genitalapparate. Die Kopulation dauert 20 Minuten. Unterdessen sitzen die Schmetterlinge auf der Unterlage mit ihren Köpfen nach entgegengesetzten Seiten gewendet. Das Männchen geht nicht sofort nach der Kopulation zugrunde. Das Weibchen beginnt nach 2 bis 3 Tagen Eier zu legen, anfangs mehrere täglich, dann vermehrt sich die Produktion der Eier mit jedem Tag und beläuft sich im ganzen auf 60 Eier.

Das schwach durchscheinende Ei ist weißlich, mit schwach gelbgrünen Stich. Die Struktur des Chorion ist sehr charakteristisch. Bei Tineola biselliella ist die Oberfläche des Chorions mit seichten Vertiefungen bedeckt, die voneinander durch sehr feine, etwas über die Oberfläche hervorragende Leistchen getrennt werden. (Fig. 1). Beim ersten Anblick scheint es, als ob das Ei von einem Netz umsponnen wäre, das aus einer das Licht etwas stärker reflektierenden Substanz gebildet ist. Die Maschen dieses Netzes, die den seichten Vertiefungen des Eies entsprechen, haben verschiedene Größe und sind der längeren Achse des Eies entsprechend gestreckt. Diese Struktur des Chorions ist der negative Abdruck der Zellen, und überhaupt des Innern des Eileiters, ähnlich wie es bei anderen Schmetterlingen der Fall ist. Bei der zweiten Gattung der Motten *Tinea pellionella* ist das Ei mit feinen Rippchen bedeckt, die auf der Oberfläche des Eies längs seiner Achse von einem Pol zum anderen verlaufen (Fig. 2). Diese anders gestaltete Chorionstruktur des Eies ist ein ständiges Merkmal, woraus man die Gattung *Tinea pellionella* von *Tineola biselliella* schon im Stadium des Eies mit Sicherheit auseinanderhalten kann.

Wird das Ei auf Glas abgelegt, so heftet es sich nicht sofort an die Unterlage an, nach Verlauf von ungefähr 24 Stunden aber ist es schon so fest angeklebt, daß es sich von dem Glase nicht ohne Beschädigung ablösen läßt.

Nach zwei bis drei Wochen kriechen aus den Eiern kleine

weiße Räupchen heraus, welche, wie bekannt, sich sofort aus den Haaren des Gewebes, auf dem sie leben, röhrenartige Gänge bauen. Ähnlich wie die Schmetterlinge sind auch die Raupen sehr empfindlich gegen Licht und verstecken sich gern in den Falten und an verdunkelten Stellen. Die kleine Raupe beginnt sofort Nahrung aufzunehmen. Befindet sie sich auf Wolle, die mit Baumwolle vermischt ist, so wählt sie nur die Wolle. Bei der Untersuchung des Darminhaltes von Raupen, die auf nicht reiner Wolle lebten, fand ich in demselben nur Reste von angebissenen und zum Teile aufgelösten Stücken von Haaren. Die Raupe zerkleinert ihre Nahrung sehr wenig und führt in den Verdauungskanal verhältnismäßig sehr lange Haare ein. Der ganze Verdauungskanal ist stets mit Nahrung erfüllt, und zwar in dem vorderen Teile mit neu eingeführten und in dem weiteren Teile mit solcher, die sich in verschiedenen Phasen der Verdauung befindet.

Die Nahrung geht langsam durch den Darm hindurch. Zur Bestimmung der Zeit, welche zum Übergang der Nahrung durch den ganzen Verdauungskanal erforderlich ist, nährte ich die Raupen mit Wolle, die mit irgend einem Farbstoff z. B. Lackmuslösung getränkt und später getrocknet war. Es zeigte sich, daß von dem Zeitpunkt an, wo die Raupen auf diesen Nahrungsstoff übertragen wurden, man erst nach zwei Tagen Lackmus in dem äußersten Teile des Darmes bemerken konnte. Diese Zeit des Übergangs ist sehr lang im Verhältnisse zu der Schnelligkeit, mit welcher die Nahrung bei pflanzenfressenden Insekten den Verdauungskanal passiert. Man könnte vermuten, daß die lange Dauer des Durchganges im Zusamenhange mit der schweren Verdauung der Nahrung steht, von der sich die Raupe nährt. In dem Enddarm sammelt sich der Kot in festen Kügelchen, die das ganze Rektum ausfüllen, dessen Inhalt während der Defekation sofort nach außen abgeht. Der Kot ist sehr fest und trocken; die Raupe sondert ververhältnismäßig nicht viel Kot ab.

Um die Reaktion des Verdauungskanals zu untersuchen, wurden die Raupen mit Wolle genährt, die mit einer Lackmuslösung durchtränkt war. Schon bei lebenden Raupen, die auf diese Weise genährt wurden, konnte man genau erkennen, welche Reaktion die einzelnen Teile des Darmes zeigten (Fig. 3).

Von dem Oesophagus angefangen ist die Reaktion alkalisch, der ganze Chylusdarm zeigt dieselbe Reaktion, erst in der Gegend

des Enddarms beginnt in einem sich über zwei Segmente erstreckenden Abschnitt die alkalische Reaktion der sauren zu weichen. Im Rektum schließlich ist die Reaktion ausgesprochen sauer. Eine ähnliche Reaktion des Darminhaltes wie bei Mottenraupen beschreibt Bouschardat[1]) bei den Raupen der Seidenspinner, bei welchen der sogenannte Magen stets eine alkalische Reaktion aufweisen soll.

Ähnliches konstatierte auch Kowalewski[2]) bei der Ernährung der Fliegenlarven mit Lackmus, daß nämlich der Oesophagus und der obere Teil des Mitteldarmes alkalisch wirken, der untere Teil dagegen sauer. Eine ganz entgegengesetzte Reaktion des Darmes beschrieb Biedermann[3]) bei den Larven von Tenebrio molitor, bei welchen der obere Teil des sogenannten Mitteldarmes immer ganz sauer, der untere dagegen alkalisch war. Nach ebendemselben Autor war die Grenze zwischen dem sauer und dem alkalisch reagierenden Teile des Darmes viel deutlicher als bei der Raupe einer Motte.

Aus dem Vergleiche dieser Angaben und aus unseren Beobachtungen erhellt, daß bei verschiedenen Insekten dieselben Teile des Darmes ganz entgegengesetzt wirken können. Wovon das verschiedene Verhalten der Reaktion des Darmes abhängig sein kann, ist schwer zu bestimmen. Wir vermuten jedoch, daß die Reaktion des Darmes in einer gewissen Abhängigkeit von der Art der Nahrung dieser Gattung steht. Die Fliegenlarven, welche sich besonders von viel Stickstoff und insbesondere Eiweißkörper enthaltenden Stoffen nähren, zeigen eine Reaktion des Darmkanals, welche der bei der Motte beobachteten ähnlich ist. Dieselbe nährt sich größtenteils von Keratin, das ist von einer gleichfalls stickstoffreichen Substanz, die wir als ein Produkt der Umbildung von Eiweißkörpern betrachten können.

Wahrscheinlich steht im Zusammenhange mit dieser Reaktion des Darmes auch die Art des Fermentes, welches diese Stickstoffsubstanzen verdauen kann. Leider haben wir das Ferment aus dem

[1]) Bouschardat. Sur la digestion des vers a soie.... C. R. Ac. des Sc. Paris 1850.

[2]) Kowalewski. Ein Beitrag zur Kenntnis der Exkretionsorgane. Biol. Centr. 1889.

[3]) Biedermann. Beiträge zur vergl. Physiologie der Verdauung. I. Pflüger's Archiv. 1898.

Darme der Raupen in reinem Zustande nicht absondern können und können daher auch nichts Bestimmtes über seine Natur aussagen Auf grund der alkalischen Reaktion jedoch, die fast in der ganzen Länge des Darmes auftritt, vor allem aber an jenen Stellen, wo die eigentliche Verdauung vor sich geht, können wir annehmen, daß das proteolitische Ferment in dem Darme der Raupe der Gruppe der Trypsinfermente angehört.

Die alkalische Reaktion des Darmes ist nicht ohne Bedeutung für die Verdauung des Keratins. Wie bekannt, ist dies eine Substanz, die zu den Albuminoiden gehört und sich durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Wirkung von verdünnten Säuren auszeichnet, dagegen in stärkeren Alkalien löslich ist. Ohne die alkalische Reaktion des Darmes kann von der Verdauung dieser Substanz also nicht die Rede sein. Man kann vermuten, daß die Verdauung des Keratins als eines Ernährungsstoffes auf diese Weise wie Strauss[1]) beschreibt, vor sich geht, daß nämlich daraus eine Art von Albumosen entsteht, die den Albumosen, welche aus nativen Eiweißkörpern entstehen, sehr ähnlich ist. Man kann das Vorhandensein eines Ferments annehmen, das speziell zur Verdauung des Keratins notwendig ist. Ob dies auf dem Wege der Hydrolyse geschieht, ist schwer zu entscheiden.

Um uns zu überzeugen, woher die saure Reaktion des Inhalts des Enddarmes herstammt, ernährten wir die Raupen mit Wolle, die mit einer Lösung von Kongorot getränkt und dann getrocknet war. Bei derartig gefütterten Raupen war der ganze Darmkanal mit einer rötlichen Masse erfüllt. Von einer Blaufärbung im letzten Abschnitt des Darmkanals war nichts zu beobachten. Daraus wäre zu schließen, daß die Säure des Endabschnittes von irgend einer organischen Säure herstammen muß.

Wahrscheinlich ist diese Säure, welche die charakteristische Reaktion bewirkt, die Harnsäure. Die Untersuchung des Kotes zeigte, daß neben den Resten der unverdauten Nahrung auch eine Menge von Kristallen (Fig. 4) auftritt, welche durch ihre Gestalt, Löslichkeit in Alkalien und doppelte Lichtbrechung ganz an die Kristalle der Harnsäure erinnern.

Chemisch untersucht zeigt der größte Teil des Kotes eine aus-

[1]) Strauss. Studien über die Albuminoide mit besonderer Berücksichtigung des Spongins und der Keratine. Heidelberg 1904.

gesprochene Murexidreaktion. Auf grund dieser Beobachtung können wir mit Sicherheit schließen, daß der Enddarm der Raupe Harnsäure enthält. Diese gelangt in den letzteren hauptsächlich aus den Malpighischen Gefäßen. Dies bestätigt die Tatsache, daß die hervorragend alkalische Wirkung in dem Darmabschnitt, in welchen die Exkretionsgefäße einmünden, weniger deutlich wird und in der Gegend des Enddarms sauer zu werden beginnt. Das Vorhandensein der Harnsäure in dem Darme der Insekten wurde schon wiederholt konstatiert (durch Krukenberg[1]) und viele andere); unsere Beobachtung bildet also nur einen Beweis mehr dafür, daß die Harnsäure das letzte Umbildungsprodukt der Stickstoffsubstanzen in dem Organismus der Insekten sein kann.

Um mich zu überzeugen, ob die Raupen der Motten Stärke verdauen können, benutzte ich zu dem Experimente Wollwatta, die sorgfältig mit Kartoffelmehl bestreut war und ihnen längere Zeit als Nahrung diente. Bei der Untersuchung des Kotes von Raupen, die auf diese Weise gefüttert waren, ergab sich, daß die meisten Stärkekörner unverdaut blieben, und auf vereinzelten ließen sich kleine Vertiefungen oder Löcher deutlich wahrnehmen, welche als Spuren einer Korrosion anzusehen sind (Fig. 5). Die Tatsache beweist, daß in dem Darme der Mottenraupe ein amylolitisches Ferment nur in sehr geringer Menge vorhanden ist.

Über die Verdauung von Fetten stellte ich keine Experimente an, vermute jedoch, daß die Raupen der Motten Fette, die in der Nahrung enthalten sind, aufbrauchen können. Ich schließe dies aus folgenden Beobachtungen. Ich züchtete einen Teil der Raupen auf einem rohen Wollstoff, wie ihn die hiesigen Gebirgsbewohner zu ihren Kleidern benutzen. Der Stoff besteht aus Wolle, die gar nicht entfettet worden ist. Ich konnte mich überzeugen, daß auf dieser zweiten Nahrung die Raupen der Motten bedeutend größer waren und ungleich mehr Fett enthielten. Ob das Fett direkt aufgenommen, oder ob es gespalten wird, das habe ich nicht genau erforscht, doch glaube ich, daß ersteres der Fall ist, wie es aus einigen Beobachtungen hervorgeht, welche ich mit der Einwirkung von Farbstoffen auf Motten gemacht habe, wie weiter unten mitgeteilt werden soll.

In der Wolle, von welcher sich die Raupen der Motten nähren, können außer Keratin und Fett auch Reste von Eiweißkörpern ent-

[1]) Krukenberg. Vergl. physiol. Studien 1880.

halten sein, vor allem wenn die Wolle nicht gehörig gereinigt ist; diese sind in den vertrockneten Haarzellen enthalten. Unserer Meinung nach kann die Raupe diese Reste während der Verdauung völlig ausnützen und es ist möglich, daß dieselben eines der wichtigsten Bestandteile sind, von denen sich die Raupe nährt. Wir bemerkten nämlich, daß sich, wie schon oben gesagt wurde, in dem Kot der Raupen viele unverdaute Nahrungsreste befinden; dies sind vor allem zerstückelte Haarzellen, aus welchen mit Leichtigkeit Reste von Eiweißkörpern ausgelaugt werden konnten. Der Umstand, daß eine große Menge von Haarzellen in dem Kot abgeht, ist ein Beweis, daß die Verdauung in der Raupe nicht sehr energisch vor sich geht, da ein bedeutender Teil von Keratin, das den wichtigsten Teil ihrer Nahrung bildet, unverbraucht abgeht. Umsomehr kann man also vermuten, daß leichter verdauliche Stoffe, die sich außer dem Keratin in den Haaren befinden können, daraus völlig ausgezogen werden. Im Zusammenhange mit der wenig energischen Verdauung steht das langsame Wachstum der Raupen, welche, um eine hinreichende Menge von Stoffen zu ihrem Wachstum zu erhalten, recht viel Nahrung zu sich nehmen müssen, da sie einen bedeutenden Teil davon unverdaut ausscheiden. Die wenig energische Verdauung, die in dem Darm der Raupe sich zeigt, wird bis zu einem gewissen Grade dadurch ausgeglichen, daß die Nahrung längere Zeit braucht, um den Darm zu passieren. Sie kann durch längere Zeit der Wirkung von Verdauungssäften ausgesetzt sein. Um mich zu überzeugen, ob die Raupen auch Zellulose verdauen können, gab ich ihnen als einzige Nahrung reines schwedisches Fließpapier. Zu diesem Experiment wählte ich Raupen von verschiedener Größe. Nach einigen Tagen bemerkte ich, daß das Papier stellenweise angenagt war, doch die Raupen bedienten sich des angenagten Fließpapiers nicht als Nahrung, sondern machten sich daraus röhrenförmige Gänge, in welchen sie sich sofort verpuppten. Es ist dies ein Beweis, daß Zellulose den Raupen nicht als Nahrung dient.

Da die Raupen der Motten einen sehr stark entwickelten Fettkörper besitzen, so schien es uns interessant, die Wirkung von Fettfarbstoffen auf diese Insekten zu untersuchen. Wir benutzten hierzu zunächst den Farbstoff Sudan III, welcher in Fett sehr

leicht löslich ist. Die Untersuchung stellten wir auf folgende Weise an. Entwickelte Raupen brachten wir auf Wollwatta, die mit in Alkohol gelöstem Sudan gefärbt und dann getrocknet war. Nach kurzer Zeit, denn ungefähr nach drei Tagen, konnte man eine schwache Rosafärbung der Körper der Raupen bemerken, eine Färbung, welche allmählich intensiver wurde, bis endlich die Raupen eine ganz rote Farbe annahmen (Fig. 4). Als wir eine kleine Raupe unter dem Mikroskop untersuchten, welche mittelst des Deckglases etwas flach gedrückt war, konnten wir uns überzeugen, daß der Fettkörper am meisten gefärbt war und Spuren einer schwachen Rosafärbung konnte man auch in einigen anderen Teilen des Organismus entdecken. Die Zellen des Verdauungskanals waren schwach rosa gefärbt, dagegen blieben die Muskeln und das Chitin, das den Körper umgibt, farblos. In den Zellen des Fettkörpers hatte das Protoplasma selbst keine Färbung angenommen, dagegen zeigten alle Fetttropfen in demselben eine leichte Gelbrosa-färbung. Die allgemeine Rosafärbung des ganzen Körpers kommt dadurch zustande, daß das gesamte Fett, sowohl das im Fettkörper, wie das in dem Zellgewebe enthaltene durch Sudan gefärbt wird. Auf welchem Wege dieser Farbstoff in den Fettkörper gelangt, ist schwer zu entscheiden. Es scheint uns jedoch möglich, daß der Farbstoff direkt in den Fettkörper durch die Epithelzellen oder zwischen denselben mit den Tropfen des gefärbten Fettes gelangt, welches in der Gestalt einer Emulsion absorbiert wird. Wenn nämlich das in den Darm geleitete Fett darin gespalten würde, dann könnte man vermuten, daß dieses Fett, das sich in dem Fettkörper befindet, darin durch Synthese entsteht, in welchem Falle wiederum Sudan nicht in den Fettkörper eindringen könnte. Unsere Beobachtungen, aus welchen erhellt, daß das ganze Insekt mittelst Sudan gefärbt wird, sind den Beobachtungen Biedermanns (l. c.) gerade entgegengesetzt. Letzterer konstatierte nämlich, daß bei den Larven des Mehlkäfers (Tenebrio molitor), die man mit durch Sudan gefärbtem Mehl und Öl nährte, zwar der Darminhalt gefärbt wurde, das Fett aber im Körper ungefärbt blieb. Wir sehen also, daß bei der Larve des Mehlkäfers nicht nur die Reaktion des Darmes, sondern auch die Art der Fettaufnahme eine andere ist als bei der Raupe der Motte.

Außer mit Sudan wurden noch mit einem anderen Fettfarbstoffe Experimente ausgeführt, nämlich mit Alkanna.

Ebenso wie vorher wurde die Watta mit dem alkoholischen Extrakt getränkt und dann getrocknet.

Diese Watta hatte einen widerlichen Geruch, die Raupen wollten sie gar nicht fressen, und verpuppten sich bald, nachdem sie auf diese Watta gebracht waren. Wir konnten also Alkannin als Farbstoff zu vergleichenden Untersuchungen mit der Wirkung von Sudan nicht gebrauchen.

Die gefärbten Raupen erleiden infolge der Beimischung von Sudan keinen Schaden. Sie wachsen normal, bauen sich Gänge und verpuppen sich schließlich; die Puppe, die aus der mit Sudan gefärbten Raupe sich entwickelt, ist gleichfalls rot gefärbt und auch sie erleidet keinen Schaden durch Aufnahme des Sudanfarbstoffes, so daß die ganze Metamorphose normal verläuft. Nach ungefähr zwei bis drei Wochen entwickelt sich aus ihr ein gut ausgebildeter Schmetterling von völlig normalem Bau. Schon mit freiem Auge beobachtet, zeigt ein solcher Schmetterling eine deutliche Rosafärbung, die unter den seinen Körper bedeckenden Schuppen durchschimmert; am meisten tritt die rote Färbung zwischen den Segmenten hervor, wo das den Hinterleib bedeckende Chitin am dünnsten ist. Eine deutliche Rosafärbung zeigt sich auch auf dem Kopfe unter den Schuppen und auch an den Femora. Überhaupt tritt die Färbung überall dort zutage, wo sich Fett befindet. Wenn man das Innere eines solchen Schmetterlings untersucht, der sich aus einer mit Sudan gefärbten Puppe entwickelt hat, kann man bemerken, daß der Farbstoff hauptsächlich in zwei Organen zurückgehalten wird, nämlich in dem Fettkörper und in dem Eierstock, ferner im Darminhalt und in den Zellen des Darmes. Die Exkremente, die von einen Schmetterling sofort nach seinem Ausschlüpfen ausgeschieden werden, sind rosa gefärbt.

Unter den Organen, in welchen die Färbung mit Sudan auftritt, kann man die interessantesten Einzelheiten im Eierstock beobachten. Wie bekannt, besteht der Eierstock der Motte aus mehreren Röhrchen, die den Darm umfassen und in einen gemeinsamen in den Legebohrer übergehenden Eileiter münden. In jedem von diesen Röhrchen des Eierstockes sind die Eier in Reihen geordnet und durch eine Schichte von Nährzellen getrennt. Jedes Ei liegt also in einer Art von Kammer, deren obere Nährzellen groß und durchsichtig sind, und deren Seitenzellen das Aussehen von einem gewöhnlichen einschichtigen Epithel besitzen. Aus den Arbeiten

von Korschelt[1]) ist es bekannt, daß das sich entwickelnde Ei während seiner Entwicklung aus den oberen Nährzellen im Eierstock Nahrungsstoffe zieht.

In den das sich entwickelnde Ei umgebenden Zellen, vor allem aber in den Epithelzellen, bemerkt man ganz deutlich kleine Fettkügelchen, die mit Sudan rosa gefärbt sind. Ebensolche Kügelchen bemerkten wir im Innern des Eies, wo außer diesen noch große Fetttropfen sichtbar sind, die deutlich rot gefärbt und unser Meinung nach, durch Zusammenfluß von kleinen Kügelchen entstanden sind (Fig. 7).

Diese Beobachtungen beweisen, daß das Fett, welches sich im Ei befindet, direkt aus den Nährzellen in das Ei gelangt und nicht in dem Ei selbst als ein Umbildungsprodukt seines Protoplasmas entsteht. Es können nicht nur die oben erwähnten Nährzellen dem Ei das Fett vermitteln, sondern auch alle Epithelzellen, die die Eikammer auskleiden. Das Fett des Eikammerepithels stammt wahrscheinlich aus dem Fettkörper, das ich stets in der Umgebung des Eierstocks in großer Menge Zellen des Fettkörpers befanden, die Fetttropfen enthielten. Dieselben waren ebenso gefärbt wie diejenigen, die sich in den Eierstockzellen und in den Eiern selbst befanden.

Die Männchen und Weibchen sind normal entwickelt. Sie kopulieren, sobald sie zusammengebracht werden. Bald nach der Befruchtung beginnt das Weibchen Eier zu legen, an welchen man schon mit freiem Auge eine deutliche Rosafärbung erkennen kann. Die mikroskopische Untersuchung eines so gefärbten Eies zeigt, daß es eine Menge Fettkügelchen enthält, welche die charakteristische Sudanfarbe zeigen. Außerdem bemerkt man unmittelbar unter dem Chorion gleichsam ein feines Netz von rosa gefärbten Fäden, welches aus außerordentlich gefärbten und dicht nebeneinander gereihten Fettkörnchen gebildet ist. Dieses Netz ist ein Abdruck der Zellgrenzen in den Eikammern (Fig. 8). Offenbar hatten also unmittelbar vor der Bildung der dicken Eihülle die Zellen, welche das Ei umgaben, die Fettreste zur Bildung des feinen Netzes ausgeschieden. Die so rosa gefärbten Eier waren vollständig entwicklungsfähig und lieferten eine ganz normale Raupengeneration, die wiederum auf mit Sudan gefärbte Wolle übertragen sich sehr stark färbte.

[1]) Korschelt. Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkernes Zool. Jahrb. 1889.

Indem wir also die Raupen einer Generation mit Sudan genährt hatten, erhielten wir alle Entwicklungsformen der Motte, die mit demselben Farbstoff gefärbt waren, der sich schließlich auch auf die Fortpflanzungszellen dieser Generation übertrug. Da sich der Farbstoff vor allem im Fett ablagerte und durch alle Entwicklungsphasen einer Generation zu ihren Fortpflanzungszellen gelangte, so kann man vermuten, daß die Reservestoffe, die durch die Raupen in Gestalt von Fett angesammelt wurden, nicht nur einem Entwicklungsstadium dienen, sondern sich wahrscheinlich auch unverändert auf weitere Entwicklungsformen übertragen.

Der rote Farbstoff, den wir einführten, besitzt diese Eigentümlichkeit, wie wir schon bemerkten, daß er sich in Fetten löst; wenn er sich also in dem Fettkörper ablagert, so wäre derselbe als eine materielle Beimischung aufzufassen, die auf mechanischem Wege in diesen Körper eingeführt wurde. Sehen wir nun diese Färbung in den von den Schmetterlingen gelegten Eiern, so konstatieren wir gleichzeitig, daß die materiellen Beimischungen, in den Organismus eingeführt, in die Fortpflanzungszellen übergehen können. Wenn mit Hilfe von Fortpflanzungszellen die charakteristischen Eigenschaften eines Individuums auf seine Nachkommenschaft sich übertragen, so nennen wir eine solche Erscheinung Vererbung. Nachdem wir nun konstatiert haben, daß der Farbstoff als eine materielle Beimischung in den Organismus einer Generation eingeführt wird, nämlich in die Fortpflanzungszellen, welche zur Bildung der folgenden Generation dienen sollen, so können wir von der Vererbung der materiellen Beimischung mittels der Fortpflanzungszellen sprechen. Es besteht eine gewisse Analogie zwischen der Übertragung des Farbstoffes mittels der Fortpflanzungszellen und einer ähnlichen Übertragung mancher Schmarotzer (z. B. Spirochaete ziemannii und anderer Protozoen), die man gleichfalls für eine materielle Beimischung halten könnte. Während jedoch die Schmarotzer aktiv in die Fortpflanzungszellen zu gelangen suchen und in ihnen sich niederlassen, wird hier die materielle Beimischung der Fortpflanzungszellen durch andere Zellen des Organismus vermittelt. Noch auffallender wird die Analogie zwischen der Vererbung der künstlich in den Insektenkörper eingeführten materiellen Beimischungen und der Übertragung des Leuchtstoffes durch alle Entwicklungsstadien der Leuchtkäfer (Lampyris und Pyrophorus).

Wenn auch unsere Versuche mit der größten Gewißheit zeigen,

daß die materiellen Beimischungen, in den Organismus eingeführt, in die Eier übergehen, und sich vererben, so müssen wir doch bemerken, daß in unserem Falle von einer Vererbung erworbener Eigenschaften, die man den Arteigenschaften gleichstellen könnte, nicht die Rede ist.

Nachträglich wären noch einige Experimente zu erwähnen, die mit den Motten während unserer Untersuchung angestellt wurden und die von einer großen Widerstandsfähigkeit dieser Insekten in verschiedenen Phasen ihrer Entwicklung zeigen.

Im Vergleich mit anderen Tieren ist die Raupe der Motte gegen verschiedene giftige Substanzen sehr widerstandsfähig. Um uns von dieser Eigentümlichkeit zu überzeugen, setzten wir sie auf Wolle, die mit verschiedenen Farbstoffen gefärbt war, wie Eosin, Methylenblau, Methylgrün, Gentianaviolett, Krappextrakt und Neutralrot. Die Raupen nährten sich reichlich, so daß der ganze Verdauungskanal mit der durch diese Substanzen getränkten Wolle erfüllt war, doch konnte man keine Färbung mit diesen Farbstoffen an anderen Teilen des Körpers bemerken. Alle angeführten Farbstoffe außer Eosin waren für die Raupen unschädlich. Aus den Puppen schlüpften völlig normale Schmetterlinge aus, welche nach dem Herausschlüpfen sofort Exkremente abgaben, die der Nahrung entsprechend gefärbt waren. Es zeugt dies nicht nur von der Unschädlichkeit der Farbstoffe für diese Raupen, sondern auch davon, daß der Inhalt ihres Darmes sich durch das Stadium der Puppe auf den entwickelten Schmetterling überträgt, der ihn erst ausscheidet. Die Mottenraupen sind ferner außerordentlich widerstandsfähig gegen Substanzen, welche in gasförmigem Zustande auf dieselben einwirken. Sie ertragen eine sehr lange, denn durch etliche Minuten dauernde Chloroformierung und leisten gleichfalls Formalindämpfen lange Widerstand. In letzteren leben sie ungefähr eine halbe Stunde ohne sichtbare Schädigung. Wahrscheinlich steht diese Widerstandsfähigkeit mit dem trägen Stoffwechsel der Raupen in Verbindung.

(Aus dem Institut für vergleichende Anatomie der Jagellonischen Universität zu Krakau).

Erklärungen der Figuren.

Fig. 1. Ein Ei der Motte Tineola biselliella 25 mal vergrößert

Fig. 2. Ein Ei der Motte Tinea pellionella 25 mal vergrößert.

Fig. 3. Eine Raupe von Tineola biselliella mit Wolle genährt, welche mit einer Lackmuslösung getränkt war. Der Darminhalt zeigt eine alkalische und saure Reaktion.

Fig. 4. Kristalle der Harnsäure aus dem Kot der Raupe.

Fig. 5. Korrodierte Stärkekörner aus dem Kot der Raupe

Fig. 6. Die Raupe von Tineola biselliella infolge der Ernährung mit Wolle, welche mit Sudan-Lösung getränkt war, rosa gefärbt

Fig: 7. Ein Teil des Eierstocks einer Motte, deren Raupe mit Sudan-Wolle ernährt war.

Fig. 8. Ein Ei von Tineola biselliella, welches von einem mit Sudanrot gefärbten Schmetterling gelegt war.

---

45. M. ST. OPOLSKI. **Wpływ światła i ciepła na chlorowanie i bromowanie homologów tiofenu. Część II.** ***(Über den Einfluß des Lichtes und der Wärme auf die Chlorierung und Bromierung der Thiophenhomologe. II. Teil).*** *(Sur l'action du chlore et du brome sur les homologues du thiophène sous l'influence de la lumière et de la chaleur. II. Partie).* Mémoire présenté par M B. Radziszewski m. t à la séance du 5. Juin 1905.

Vor kurzer Zeit [1]) habe ich bewiesen, daß Chlorierungs- und Bromierungs-Vorgänge sich bei α-Methyl- und α-Äthyl-thiophen anders gestalten als bei den Benzolhomologen. In meinen weiteren Untersuchungen habe ich mich mit α-Butyl- und β-Methyl-thiophen befaßt.

Das erste von ihnen unterscheidet sich von seinem α-Methylhomologe nicht; die drei von mir untersuchten α-Alkylthiophene geben beim Chlorieren oder Bromieren sowohl in unmittelbarem Sonnenlichte, als auch bei höherer Temperatur fast ausschließlich nur Kernsubstitutionsprodukte. Seitenketten-Chloride und Bromide bilden sich dabei nur spurenweise.

Etwas anders verhält sich das β-Methylthiophen; der Chlorierung oder Bromierung im Lichte und besonders in der Wärme unterworfen, gibt es Seitenkettensubstitutionsprodukte, wenn zwar nicht ausschließlich so doch in weit größerer Menge, als die α-Homologe.

[1]) Rozprawy Wydz. mat.-przyr. Akademii Um. w Krakowie, T. 44., str. 205. Bulletin de l'Acad. d. scienc. de Cracovie, Classe math.-natur. 1904, p. 727.

Was die Stellung der Chlor- eventuell Brom-Atome anbelangt, die in den Thiophenkern eintreten, konnte man vermuten, daß sie sich mit dem α-Kohlenstoffe verbinden. Meine diesbezüglichen mit α-Methylthiophen angestellten Untersuchungen haben erwiesen, daß dies bei den α-Homologen wirklich der Fall ist. Ich hoffe, daß ich in Kürze auch für die β-Homologe einen ähnlichen Beweis zu liefern im stande sein werde.

Es dürfte bei der sonst so großen Ähnlichkeit des chemischen Verhaltens der Benzol- und Thiophen-Verbindungen augenscheinlich höchst auffallen, daß auf die untersuchten Substitutionsvorgänge das Licht und die Wärme ohne Einfluß bleiben. Zur Erklärung dieser Erscheinung könnte man vielleicht gelangen, wenn man den chemischen Charakter der Fett- Benzol- und Thiophen-Reihe ins Auge faßt

Alles, was die Fettkörper von den Benzolderivaten unterscheidet, finden wir in der Thiophengruppe noch verstärkt und vergrößert (Nitrierung, Sulfurierung, Halogensubstitution u. s. w.). Nur der negative Charakter der Thienylgruppe ermangelt noch sicherer Feststellung, da die Amine und Phenole der Thiophengruppe bislang nicht eingehend studiert wurden; aber auch in dieser Hinsicht scheint hiefür die Unbeständigkeit des Thiophenins und ihres Chlorhydrats, welches sich schon in wässeriger Lösung leicht zersetzt, zu sprechen So können wir also den Thiophenverbindungen nicht nur nach V. Meyer [1]) den aromatischen Charakter sondern einen „hyperaromatischen" zuschreiben und in diesem Umstande die Erklärung ihrer speziellen Eigenschaften suchen.

Die chemische Energie des Thiophenkernes zu Halogenen übertrifft so weit die der Seitenketten, daß bei der Einwirkung des Chlors oder des Broms beinahe nur ausschließlich Kernwasserstoffe substituiert werden, ungeachtet dessen, daß das Licht oder die Wärme die Kettensubstitution (analog wie bei Benzolhomologen) unterstützt. In β-Methylthiophen findet eine teilweise Seitenkettensubstitution statt, was damit erklärt werden könnte, daß das „hyperaromatische" Übergewicht des Kernes über die Seitenketten bei den β-Verbindungen kleiner ist und zwar infolge der größeren Entfernung der Seitenketten vom Schwefelatome.

[1]) Thiophengruppe p. 276.

Zur Bestimmung der Stelle, welche die Halogene im Kerne der α-Thiophenhomologe einnehmen, habe ich das Brom-α-methylthiophen in Thioxen überführt.

Eine Mischung dieses Bromides und des Methyljodids reagiert mit Natrium sehr langsam. Die Metalloberfläche wird grün und übergeht im Laufe von 1—2 Wochen in hellbraun, was ein Zeichen der Beendigung der Reaktion bildet Aus dem Reaktionsprodukte wurde nach mehrmaligem Fraktionieren das bei 134° (korr.) unter 740 mm siedende Thioxen erhalten. Seine Dichte beträgt bei 13° 0·99165 (auf Wasser bei 4° bezogen), sein Brechungsexponent $n_D = 1·5157$, die berechnete Molekularrefraktion 34·14 (theoretische 34·478).

Bei der Oxydation mittelst alkalischen [1]) Kaliumpermanganats übergeht es glatt in $\alpha\alpha$-Thiophendikarbonsäure. Die Reaktion verläuft schon in der Kälte. Aus 4 gr Thioxen erhielt ich 4·2 g Säure, die bei 300° noch nicht schmilzt. Ihr Methylester schmilzt bei 146—7°, Äthylester bei 50°.

Das zur Reaktion angewandte Brommethyltiophen ist also $\alpha\alpha$-Brommethylthiophen; daraus kann man wohl schließen, daß auch andere α-Homologe des Thiophens durch Halogene in der Hitze oder im Lichte in α-Stellung substituiert werden.

Einflusz der Wärme auf die Bromierung des α-Äthylthiophens.

Bei höherer Temperatur geht diese Reaktion ähnlich wie im Lichte vor sich. Man erhält dasselbe schon von mir (l. c.) beschriebene $\alpha\alpha$-Bromäthylthiophen. In einer Mischung der festen Kohlensäure mit Äther (—75°) wird es dickflüssig, jedoch nicht fest.

Einflusz der Wärme und des Lichtes auf die Chlorierung des α-Äthyltiophens.

Bei dieser Reaktion, die sowohl in Siedetemperatur des Äthylthiophens, wie auch im Lichte eingeleitet wurde, habe ich außer sehr kleinen Mengen eines nicht kristallinischen, sich leicht zersetzenden Chlorplatinats eine ölige Flüssigkeit erhalten. Sie destilliert größtenteils bei 85—88° unter 37 mm. Gereinigt bildet sie eine farblose, bei 175·5° (korr.) unter 737 mm siedende Flüssigkeit

[1]) Ein großer Überschuß der Natronlauge begünstigt die Reaktion. Bei Anwendung von 2 Mol Natronhydrat auf 1 Mol. Thioxens wird das letzte in Oxalsäure und Essigsäure oxydiert.

von mildem Geruche. Bei —75° wird sie nicht fest. Unter Einwirkung des Lichtes färbt sie sich gelblich.

Es ist $\alpha\alpha$-Chloräthylthiophen ($C_4H_2ClS - C_2H_5$).

0·18738 g der Flüssigkeit gaben 0·18066 g AgCl und 0·29931 g $BaSO_4$.

	Cl	S
Gefunden:	23·83%	21·93%
Berechnet für C_6H_7SCl:	24·18%	21·87%

2·33108 g der Substanz nehmen bei 12·3° das Volum von 2·00309 g Wasser ein; $d^4_{12\cdot3} = 1\cdot1629$, $n_D = 1\cdot5330$ bei derselben Temperatur. Die hieraus berechnete Molekularrefraktion beträgt 39·11 (theoretisch 39·42).

Die bekannten Thiophenreaktionen (Indophenin und Laubenheimers R.) gibt $\alpha\alpha$-Chloräthylthiophen schwer und undeutlich.

Einflusz der Wärme und des Lichtes auf die Chlorierung und Bromierung des α-Butylthiophens.

Das α-Butylthiophen, nach der Fittigschen Reaktion erhalten, siedet bei 182° (korr.) unter 740 mm.

Der Einwirkung des Chlors oder des Broms im Lichte oder in höherer Temperatur unterworfen liefert es Kernsubstitutionsprodukte. Kettensubstitution konnte nur aus kleinen Chlorplatinatsmengen konstatiert werden.

$\alpha\alpha$-Chlorbutylthiophen ($C_4H_2ClS - C_4H_9$) bildet eine farblose Flüssigkeit, von mildem Geruche. Im Lichte wird sie gelb. Ihr Siedepunkt liegt bei 117—118° (korr.) bei 38 mm.

0·1846 g dieser Flüssigkeit gaben 0·14797 g AgCl und 0·25152 g $BaSO_4$.

	Cl	S
Gefunden:	19·81%	18·70%
Berechnet für $C_8H_{11}ClS$:	20·30%	18·36%

2·17355 g der Substanz nehmen bei 17° das Volum von 2·00201 g Wasser ein; $d^4_{17} = 1\cdot0842$, $n_D = 1\cdot5162$, die berechnete Molekularrefraktion 48·66 (theoretisch 48·63).

$\alpha\alpha$-Brombutyltiophen ($C_4H_2BrS - C_4H_9$) bildet eine ähnliche, farblose, im Lichte gelb werdende Flüssigkeit von mildem Geruche. Sie siedet bei 138·5° (korr.) unter 42 mm.

0·17134 g der Substanz gaben 0·14718 g AgBr und 0·18441 g $BaSO_4$.

	Br	S
Gefunden:	36·55%	14·77%
Berechnet für $C_8H_{11}BrS$:	36·49%	14·63%

2·68021 g der Substanz nehmen bei 20·5° das Volum von 2·00037 g Wasser ein; $d^4_{20\cdot5} = 1\cdot3369$, $n_D = 1\cdot5398$, $M_r = 51\cdot40$ (theoretisch 51·56).

Beide Verbindungen geben die Farbenreaktionen mit Isatin und Phenanthrenchinon schwer und undeutlich.

Einflusz der Wärme und des Lichtes auf die Chlorierung des β-Methylthiophens.

Das β-Methylthiophen wurde nach Volhard und Erdmann [1]) durch Destillation des trockenen brenzweinsauren Natriums mit Phosphortrisulfid erhalten. Es siedet bei 114° (korr.) unter 738 mm. Da in der Literatur die Bestimmungen seiner Dichte und des Lichtbrechungsexponenten nicht zu finden waren, wurden dieselben vorgenommen.

8·51533 g der bei 113—113·2° (unkorr.) übergehenden Fraktion nehmen bei 15·8° das Volum von 8·29243 g Wasser ein; $d^4_{15\cdot8} = 1\cdot0247$, $n_D = 1\cdot5218$, $M_r = 29\cdot19$ (theoretisch 29·87).

Das Chlorierungsprodukt des β-Methylthiophens erwärmte ich mit alkoholischem Ammoniak und suchte durch das Ansäuern mit stark verdünnter Salzsäure die unveränderten Kernchloride von der wässeriger Lösung der in Amine verwandelten Kettensubstitutionsprodukte zu trennen. Aus der ausgeschiedenen öligen Flüssigkeit wurde wirklich das Kernchlorid erhalten.

Die wässerige Lösung wird nach Zusatz von Natronlauge trübe. Durch Ausziehen mit Äther gewann ich eine kleine Menge der Substanz, die mit Salzsäure fest wurde und nach Hinzufügen des Platinchlorids einen hellgelben, nicht kristallinischen Niederschlag gab. Bei Platinbestimmung wurde 26·01 und 25·78% Pt erhalten. Dem Thenylamin-Chlorplatinat entsprechen 30·6%, dem Chlorthenylamin-Chlorplatinat 27·64% und dem Dichlorthenylamin-Chlorplatinat 25·18%. Pt.

Das Produkt der Chlorierung bei Siedetemperatur liefert mehr

[1]) Ber. d. d. ch. G. 18—454.

Chlorplatinat, als bei der Einwirkung im Lichte. Jedenfalls erhält man es aus β-Methylthiophen in größerer Menge, als aus den α-Thiophenhomologen.

Aus der erwähnten, öligen Flüssigkeit wurde nach mehrmaligem Fraktionieren reines Chlor-β-mythelthiophen ($C_4H_2ClS-CH_3$) erhalten. Es bildet eine farblose Flüssigkeit, die bei 154° (korr.) unter 733 mm siedet. Sein Geruch erinnert mehr an die Kernchloride der Benzolreihe, als der Geruch der α-Homologenchloride.

0·18278 g dieser Substanz gaben 0·19535 g AgCl und 0·33025 g $BaSO_4$.

	Cl	S
Gefunden:	26·42	24·80
Berechnet für C_5H_5ClS:	26·74	24·19

2·44483 g der Substanz nehmen bei 19·6° das Volum von 2·00057 g Waser ein; $d^4_{19\cdot6} = 1\cdot2197$, $n_D = 1\cdot5394$, $M_r = 34\cdot06$ (theoretisch 34·82),

Mit Isatin in Schwefelsäurelösung gibt das Chlor-β-methylthiophen eine schöne, grüne Färbung, mit Phenanthrenchinon und Schwefelsäure in Eisessiglösung eine glänzende smaragdgrüne Reaktion.

Einflusz der Wärme und des Lichtes auf die Bromierung des β-Methylthiophens.

Das bei der Bromierung im Lichte erhaltene Produkt behandelte ich auf die oben beschriebene Weise und erhielt dieselben Resultate. Aus der öligen Flüssigkeit wurde Kernbromid und aus der wässerigen Lösung eine kleine Menge Chlorplatinat gesondert.

Bei der Verarbeitung des in höherer Temperatur erhaltenen Bromierungsproduktes, welches die Schleimhaut (besonders die der Nase) stark reizte, zeigte es sich, daß die wässerige Lösung verhältnismäßig große Mengen eines Chlorhydrats enthält; außerdem schied sich aus der öligen Flüssigkeit kurz nach ihrer Trennung von der wässerigen Lösung ein fester, in Äther unlöslicher Körper. Sein Schmelzpunkt lag nach mehrmaligem Umkristallisieren aus Alkohol bei 123—126°. Aus seiner Unlöslichkeit in Äther konnte ich schließen daß es kein höheres Bromid sei. Das Verchalten seiner wässerigen Lösungen mit Alkalien, sein Stickstoffgehalt, wie auch sein mit dem aus wässeriger Lösung erhaltenen Chlorhydrate fast identischer Schmelzpunkt führten mich zur Überzeugung, daß

ich mit einem Aminsalze (vermutlich mit einer Mischung des Chlor- und Bromhydrats) zu tun habe.

Ich erwärmte die Gesamtmenge der Salze mit Natronlauge, zog sie mit Äther aus und erhielt durch Ansäuern mit Salzsäure Chlorhydrat, das ich durch Kristallisieren aus heißem Wasser reinigte. Beim Lösen im Wasser blieb stets ein unlöslicher Teil in Form einer geschmolzenen Kugel, der zurück eine genaue Chlorgehaltbestimmung durch Ausfällen in wässeriger Lösung unmöglich machte. Da die Anwesenheit des Broms im Thiophenkerne nicht ausgeschlossen war, verwandelte ich einen Teil des Chlorhydrats in Bromhydrat und bestimmte dessen Bromgehalt nach Carius. Das Chlor- und Bromhydrat bilden weiße, kristallinische Körper, welche sich in kaltem Wasser schwer, in heißem leicht, in Alkohol sehr leicht lösen. Sie schmelzen merkwürdigerweise (nach Umkristallisieren aus Wasser) fast in derselben Temperatur 124·5—127°. Ihre Chlorplatinate bilden amorphe, unter Mikroskop einheitlich erscheinende Substanzen. Das Chlorplatinat des Chlorhydrats ist pomeranzengelb, das des Bromhydrats etwas dünkler, fast ziegelroht.

Die Zahlen, die ich bei Analyse dieser Verbindungen erhalten habe, stimmen genau auf keinen der in Betracht zu ziehenden Körper. Aus Mangel an größeren Mengen der Substanz konnte die Analyse des Bromhydrates nicht wiederholt werden; auch konnte seine entsprechende Reinigung, die mit großen Substanzverlusten verbunden war, nicht gehörig durchgeführt werden. Trotzdem scheinen die erzielten Resultate dafür zu sprechen, daß das gebildete Thenylbromid durch Einwirkung von Ammoniak in Trithenylamin $(C_4H_3S—CH_2)_3N$ überging:

			Gefunden:	Berechnet für Trithenylamin:
Bromhydrat		Br:	24·14	20·96
		S:	23·85	24·89
Chlorplatinat aus Chlorhydrat	Pt	I	18·72	19·09
		II	18·08	
Chlorplatinat aus Bromhydrat	Pt	I	14·83	17·56
		II	14·39	

Ich hoffe nach Wiederholung dieser Versuche in größerem Maßstabe die Zusammensetzung dieser Verbindung sicher feststellen zu können.

Es unterliegt jedenfalls keinem Zweifel, daß beim Bromieren des β-Methylthiophens im Lichte und noch mehr bei höherer Temperatur die Seitenkette in weit höherem Grade angegriffen wird, als bei α-Homologen des Thiophens.

Als Hauptprodukt dieser Bromierung wurde Brom-β-methylthiophen ($C_4H_2BrS - CH_3$) erhalten. Es bildet eine farblose Flüssigkeit, deren Geruch dem der Kernbromide der Benzolreihe ähnlich ist. Im Lichte wird es gelb. Es siedet bei 175° (korr.) unter 729 mm.

0·19543 g der Substanz gaben 0·20764 g AgBr und 0·25598 g $BaSO_4$.

	Br	S
Gefunden:	45·21%	17·98%
Berechnet für C_5H_5BrS:	45·14%	18·07%

3·1778 g der Substanz nehmen bei 17·5° den Volum von 2·0021 g Wasser ein; $d^4_{17\cdot5} = 1\cdot5844$, $n_D = 1\cdot5731$, $M_r = 36\cdot83$ (theoretisch 37·26).

Das Brom-β-methylthiophen gibt mit Isatin eine schön grüne Indopheninreaktion, die nach einiger Zeit in eine indigoblaue übergeht. Mit Leichtigkeit gibt es auch die Laubenheimersche, grüne Färbung.

Anhang.

α-Thiophenhomologe erhielt ich mittelst der Fittigschen Reaktion. Nach der Destillation blieb in den Retorten eine braune Masse zurück, die beim Schütteln explosive Eigenschaften zeigte. Es verpuffte nämlich dabei hie und da ein Stückchen der Masse mit lautem Geräusch. Als ich auf einem Tonteller die braune, kohlige Masse von größeren unangegriffenen Natriumstücken befreien wollte und sie dabei zerdrückte, wiederholte sich diese Verpuffung einzelner Stücke sehr oft.

Unter Einwirkung des Wassers entwickelt die Masse ein mit leuchtender Flamme brennendes Gas, dessen Geruch an den des unreinen Azetylens erinnerte und mit ammoniakalischer Lösung des Silbernitrats oder Kupferchlorürs gelb-weißen, eventuell roten Niederschlag ausschied. In 55 ccm dieses Gasgemisches fand ich 10·7 ccm Azetylen (durch Kupferchlorür absorbiert) und 44 ccm Wasserstoff (durch Palladiumschwarz gebunden).

Bei größerem Überschuß von Natrium und bei stärkerem Erhitzen der Retorte wurden stets größere Mengen dieser explosiven Substanz, wahrscheinlich Natriumkarbid, gebildet. In kleinen Mengen entsteht sie auch beim Destillieren der Thiophenhomologe über Natrium. Die Zusammensetzung dieser Verbindung konnte nicht näher bestimmt werden, weil infolge der Beimischung von Natrium, Kohle, Natriumjodid u. s. w. ihr Isolieren und Reinigen nicht möglich war. Berthelot [1]) hat die Verbindungen C_2HNa und C_2Na_2 durch Einwirkung von Azetylen auf Natrium erhalten. Er erwähnt jedoch ihre explosiven Eigenschaften nicht.

Meines Wissens wurde bis nun bei ähnlichen Synthesen der Benzolhomologe die Entstehung solcher Verbindungen nicht bemerkt. In einer Probe, die ich mit Brombenzol und Äthylbromid durchführte, habe ich im erhaltenen Gasgemische Spuren von Azetylen konstatieren können.

Die von mir berechneten Molekularrefraktionen weichen von den theoretischen ziemlich stark ab. Diese Abweichung ist auffallend bei dem β-Methylthiophen, über das ich in größerer Menge verfügte und welches infolgedessen sorgfältiger gereinigt werden konnte. Der Unterschied zwischen der erhaltenen und der berechneten Molekularrefraktion beträgt bei ihm 0·68, bei $\alpha\alpha$-Thioxen 0·33, bei Brom-β-methylthiophen 0·43. Für das Thiophen berechnet man nach Knops [2]) ($d^4_{16\cdot5} = 1\cdot06835$, $n_D^{16\cdot4} = 1\cdot53077$) $M_r = 24\cdot34$ (statt 25·37). Der Unterschied beträgt hier 1·03. Nasini und Carrara [3]) bekamen für H_α-Linie 1·33 für Thiophen, 0·61 für Thioxen. Sie sehen die Ursache dieser Abweichung in dem Einflusse des mehrwertigen Schwefelatoms auf die benachbarten Doppelbindungen der Kohlenstoffatome. Diese besonderen Bindungsverhältnisse, in welchen sich der Schwefelatom im Thiophenkerne befindet, vermindern seine Atomrefraktion. Die von Nasini vor Jahren [4]) aus anderen Verbin-

[1]) Bull. de la Soc. chim. de Paris [2] 5—188.
[2]) V. Meyer Thiophengruppe, p. 23.
[3]) Zeit. f. phys. Ch. 17—539.
[4]) Ber. 15—2878.

dungen auf 7·65 berechnete Zahl muß demnach für Thiophenkörper etwas niedriger angenommen werden [1]).

[1]) Dasselbe fordert G. Ciamician (B. 22—27), welcher aus Thiophenmolekularrefraktion die Atomrefraktion des Schwefels auf 6·85 berechnet. Knops an d. Ch. 248—231 will diese Schwierigkeit dadurch beseitigen, daß er im Tiophenkerne nur eine Doppelbildung annimmt.

Lemberg, Chem. Universitätslaboratorium Prof. Radziszewskis.

Nakładem Akademii Umiejętności.
Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

23 Września 1905.

PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise

(Spółka wydawnicza polska)

à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I, II XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI e XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Iagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones cleno diales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III, VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*. 8-vo, 1889. — 4 k.

N° 8. OCTOBRE 1905.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1905

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ETE FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

JUL

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 8. Octobre 1905.

Sommaire: 46. M. M. SIEDLECKI. Sur le rôle du karyosome.
47. M. TAD. GARBOWSKI. Sur le développement des larves des oursins sans entoderme.
48. M. TAD. GARBOWSKI. Sur la polarité de l'oeuf des oursins.
49. M. LAD. MICHALSKI. Sur l'action des certains alcaloïdes sur les blattes.
50. M. M. RACIBORSKI. Propriétés oxydantes et réductrices de la cellule vivante. II partie. Sur l'oxydase extracellulaire.
51. M. M. RACIBORSKI. Propriétés oxydantes et réductrices de la cellule vivante. III partie. Sur la réaction iodée de l'aspergillus niger.
52. M. A. BECK. Phénomènes électriques dans l'écorce cérébrale après son extirpation partielle. Contribution à la localisation de la sensibilité à la douleur.

Séance du lundi 9 Octobre 1905.

Présidence de M. N. CYBULSKI.

46. M. M. SIEDLECKI m. c. **O znaczeniu Karyosomu.** ***(Über die Bedeutung des Karyosoms).*** *(Sur le rôle du karyosome).* Mémoire présenté à la séance du 6. Décembre 1904.

(Planche XVI.)

In den Kernen sehr vieler, insbesondere zu den *Rhizopoden* und *Sporozoen* gehörender *Protozoen,* sieht man außer dem Chromatingerüst, noch große, gewöhnlich kugelige oder ovale Körper, welche sich mit basischen oder auch mit sauren Farbstoffen sehr deutlich färben und zuweilen eine recht sonderbare Struktur aufweisen. Da sich diese Körper anders färben und oft ganz verschieden als die Nukleolen höherer Tiere aussehen, werden sie mit dem indifferenten Namen „Karyosom" bezeichnet. Diese Benennung wurde von Wilson[1]) eingeführt und sollte nach ihm eine größere Chromatinanhäufung im Kerngerüste bezeichnen. Nach Wilson und Labbé[2]) haben wir auch diese Benennung ange-

[1]) Wilson E. B. The Cell in development and inheritance New York, The Macmilian Comp. 1900.

[2]) Labbé A. Recherches zoologiques cytologiques et biologiques sur les Coccidies. Arch. de Zool. exp. [3] V. 1892.

nommen und bedienten uns ihrer stets in unseren Arbeiten [1]), die über verschiedene Arten der zu den Sporozoen gehörenden Tiere handelten. Heute hat sich der Name fast allgemein eingebürgert, nur wenige Autoren (Rhumbler [2]), bedienen sich anderer Benennungen (Binnenkörper).

Trotzdem das Karyosom ein sehr leicht wahrzunehmender Kernteil ist, ist doch seine Bedeutung nur ungenügend erklärt. Viele Autoren konnten zwar sein Entstehen und Wachsen, oder seine Ausscheidung und seinen Zerfall sehen, doch sind es hauptsächlich unzusammenhängende vereinzelte Beobachtungen, die höchstens zu Vermutungen über seine Rolle in der Zelle führen könnten.

Die Ursache dieser Lücke in den bisherigen Forschungen wäre zum größten Teile darin zu suchen, daß man die Veränderungen am Karyosom nur äußerst selten gleichzeitig und gleichmäßig mit gut sichtbaren Veränderungen, welche einer leicht festzustellenden Funktion entsprechen würden, im ganzen Körper des Tieres beobachten konnte.

Während der Untersuchungen des Zeugungskreises von *Caryotropha mesnilii* Sied., deren Entwickelungsgeschichte ich vorher in einer vorläufigen Mitteilung mitgeteilt habe [3]), bemerkte ich in seinem Karyosom sehr deutliche Veränderungen, die gleichzeitig und gleichmäßig mit den Wachstum dieses Tieres vor sich gehen, und unstreitig im Zusammenhang mit diesen Erscheinungen stehen. In der vorliegenden Arbeit will ich mich mit diesen Veränderungen und einigen daraus zu ziehenden Schlüssen beschäftigen.

Als Untersuchungsmaterial diente das parasitisch in den Spermatocyten von *Polymnia nebulosa* lebende Coccidium. Ich untersuchte es sowohl in frischem Zustande, als auch auf Präparaten, die entweder *in toto* fixiert und gefärbt, oder nach Paraffineinbettung in Serienschnitte zerlegt waren. Zur Fixierung der untersuchten

[1]) Siedlecki M. I. Étude cytologique et cycle évolutif de la Coccidie de la Seiche. Ann. Inst. Past. Paris 1898. — II. Étude cytologique et cycle evol. de l'Adelea ovata. Ibidem 1899. — O rozrodzie płciowym Gregaryny Monocystis ascidiae. Rozpr. Wydz. mat.-przyr. Akad. Umiej. Kraków 1899.

[2]) Rhumbler. Über Entstehung und Bedeutung der in den Kernen vieler Protozoen vorkomenden Binnenkörper. Zeitschr. für wiss. Zool. T. LVI.

[3]) Siedlecki. Cycle évolutif de la Caryotropha mesnilii. Bull. de l'Ac. des Sc. Cracovie. 1902

Tiere bediente ich mich gewöhnlich einer konzentrierten Sublimatlösung mit Zusatz von 0·25% Essigsäure, oder der Flemming'schen Flüssigkeit. Die Präparate färbte ich meistenteils mittelst Hämalaun (nach Mayer), wonach sie mit einer Mischung von Eosin und Orange G. nachgefärbt wurden; außerdem benützte ich verschiedene Arten Hämatoxylin, Eisen-Hämatoxylin nach Heidenhain, Karmin und Safranin.

Über das Wachstum der *Caryotropha mesnilii.*

In der vorläufigen Mitteilung über *Caryotropha* haben wir bereits den ganzen Entwickelungskreis dieses Coccidiums geschildert. Wie schon dort gesagt wurde, entwickelt es sich aus Sporozoiten, die in die Spermatocyten des Wirtstieres eindringen. Innerhalb des Spermatocyten, welcher sogleich einer bedeutenden Hypertrophie unterliegt, erreicht der Parasit eine bedeutende Größe und teilt sich nachher in mehrere Teile, von denen ein jeder in eine Anzahl von Merozoiten zerfällt. Von der Zelle, in der sich die Merozoiten entwickelt haben, befreit, dringen sie in neue noch unversehrte Spermatocyten und erreichen, da sie sehr schnell wachsen, bald wieder eine ansehnliche Größe; sie können den Ursprung einer neuen Generation der Merozoiten bilden. Diese ungeschlechtliche Fortpflanzung oder *Schizogonie* kann sich mehrmals wiederholen, jedoch nach einigen, auf ungeschlechtlichem Wege erzeugten Generationen werden die jungen, in die Wirtszellen eindringenden Merozoiten zur weiteren Teilung unfähig und wachsen zu Gebilden heran, die nun die Rolle der Geschlechtszellen spielen. Einige von den Merozoiten sammeln in ihrem Plasma Vorräte an, wachsen zu ansehnlichen Dimensionen an und werden zu weiblichen Individuen, zu *Makrogameten*; andere erreichen auch eine ansehnliche Größe und zerfallen im Innern der Wirtszelle in einige Teile, von denen ein jeder den Anfang einer Menge kleiner mit Geißeln versehener Zellen gibt; die letzten bilden nun die männlichen Geschlechtszellen die *Mikrogameten.* Durch Vereinigung des Mikrogameten mit dem Makrogameten ensteht die befruchtete Zelle, die s. g. *Oocyste,* die sich mit einer dicken Membran umgibt. Innerhalb der Membran zerfällt der Körper der Oocyste in mehrere Sporocysten, und in jeder derselben entstehen je 12 Sporozoiten. Jetzt kann sich der ganze Entwickelungszyklus wiederholen.

Aus dieser kurzen Zusammenfassung der Entwickelungsgeschichte von *Caryotropha mesnilii* sehen wir, daß dieses Coccidium während seines Lebens sich dreimal in der Phase regen Wachstums befindet und zwar zum ersten Male, wenn der Sporozoit zur Mutterzelle der Merozoiten heranwächst, dann wie der Merozoit an Umfang gewinnt um sich nachher auf ungeschlechtlichem Wege zu vermehren und schließlich wenn die Merozoiten vor der Entwickelung der Makro- und Mikrogameten wachsen. Das zur ungeschlechtlichen Vermehrung führende Wachstum der Sporozoiten und der Merozoiten so wie auch dasjenige der Merozoiten zur Zeit, wo sich die Mikrogameten bilden sollen, verläuft auf eine sehr ähnliche Weise; während der Umwandlung der Merozoiten in Makrogameten ist das Wachstum viel langsamer als in den beiden obenerwähnten Phasen, dabei aber sammelt das Coccidium Reservestoffe in seinem Innern an. Am raschesten wächst *Caryotropha* zu der Zeit, wo sie sich aus dem Sporozoiten zur reifen, undifferenzierten Zelle entwickelt [1]). In dieser Phase sehen wir sowohl in seinem Kerne als auch im Protoplasma sehr charakteristische Veränderungen, welche auf die Bedeutung des Karyosoms Licht werfen können. Wir wollen in der weiteren Beschreibung vornehmlich nur die eben erwähnte Phase des schnellsten Wachstums der *Caryotropha* berücksichtigen.

———

Der Sporozoit der *Caryotropha mesnilii* stellt, nachdem er die Sporocyste verlassen hat, eine ovale, längliche (10 μ lange, 4 μ breite), aus einem dicken und zähen Protoplasma bestehende Zelle dar. Sein ovaler in der Mitte des Körpers liegender Kern, hat ein deutliches Chromatingerüst aus dünnen, an der Oberfläche des Kernes dicht geflochtenen und gegen die Mitte etwas lockerer angeordneten Fäden. In der Mitte des Kernes befindet sich ein kleines, rundes und intensiv färbbares Karyosom. Sobald sich ein freier, beweglicher Sporozoit in der Leibeshöhle der *Polymnia* findet, hat er Gelegenheit in Spermatocyte des Wirtstieres einzudringen; in die Zelle des Wirtes gelangt, wird er kurz und dick und beginnt

[1]) Reif aber undifferenziert (adulte, indifferencié) nannten wir in unseren früheren Arbeiten ein solches Individuum, welches sich aus einem Sporozoiten entwickelt und schon den Höhepunkt seines Wachstums erreicht hat, in dem aber die Vermehrungsvorgänge noch nicht begonnen haben.

sofort zu wachsen. Anfänglich beruht sein Wachstum nur darauf, daß sein Körper, wahrscheinlich infolge einer bedeutenden Aufnahme von Flüssigkeit, lockerer und dabei auch größer wird. Das vorher sehr dichte Plasma, läßt jetzt sehr leicht eine Schaumstruktur erkennen. Sein Kern rundet sich ab, wird viel größer, und die Fäden seines Gerüstes liegen weniger dicht nebeneinander als vorher. Auch das Karyosom wird größer, bleibt aber ebenso dicht und homogen wie vorher. Der Spermatocyt, in welchem sich der junge Parasit entwickelt, wird vom ersten Augenblick seines Eindringens an gereizt und beginnt übermäßig zu wachsen. Sein Kern wird sehr groß, sein Plasma dünnflüssig und hell. Er wird durch den wachsenden Parasiten auseinander getrieben und wird schon nach kurzer Zeit mehrmals größer als die benachbarten, unversehrten Spermatocyten. Diese Erscheinungen der Hypertrophie sind nicht ohne Bedeutung auch für den Parasiten, denn infolge der hypertrophisch erhöhten Tätigkeit der Wirtszelle findet er größere Mengen Nahrungsstoffe zu seiner Verfügung und kann daher sehr schnell wachsen. Schon nach kurzer Zeit wird das Coccidium zur länglichen Zelle mit stumpf abgerundeten Enden; sein großer ovaler Kern nimmt nun eine Querlage in der Mitte des Körpers ein.

Die Entwickelung eines in eine Wirtszelle eingedrungenen Merozoiten verläuft auf ähnliche Weise. Der reife Merozoit ist eine längliche, halbmondförmig gekrümmte Zelle, 10—12 μ lang, etwa 3 μ breit, an einem Ende zugespitzt; sein Plasma ist ziemlich dick, doch kann man darin eine sehr feine, aber dennoch deutliche Schaumstruktur erkennen. Der Kern ist länglich, nimmt die Mitte des Merozoiten ein und sein Chromatingerüst ist so dicht, daß man darin nur schwer einzelne Fäden unterscheiden kann; das Karyosom ist nicht wahrzunehmen.

Sobald ein beweglicher Merozoit in eine Wirtszelle eindringt, verliert er sofort sein Bewegungsvermögen, wird kurz und rundlich, während in seinem Körper sich ähnliche Vorgänge abspielen, wie sie in einem Sporozoiten in ähnlichen Stadien vorkommen. Das Plasma wird heller, seine Struktur viel deutlicher. In dem abgerundeten Kerne wird das dichte Chromatingerüst lockerer. Ziemlich dicke, an der Oberfläche dicht verflochtene, gegen die Kernmitte weniger dicht angeordnete Chromatinfäden sind deutlich zu sehen. Schon in dem Stadium, in welchem sich das junge Coccidium nur noch sehr wenig vom Merozoit unterscheidet, ist immer

ein deutliches Karyosom immitten seines Kernes wahrnehmbar und zwar als ein rundliches, ziemlich großes und dichtes Körperchen. Die Zelle, in die ein Merozoit eingedrungen ist, erfährt ganz ähnliche Umwandlungen wie eine vom Sporozoiten infizierte. Die Hypertrophie ihres Kernes und ihres Protoplasmas, wie auch ihre überaus erhöhte Tätigkeit sichern dem wachsenden Merozoiten ein reichliches Nahrungsmaterial. Es wächst der Merozoit in kurzer Zeit stark, wird dick und seine Enden runden sich stumpf ab; der Kern nimmt ebenfalls an Größe zu, wird länglich und liegt quer in der Mitte der Zelle.

Von diesem Stadium an verläuft die weitere Entwickelung der Sporozoiten und der Merozoiten auf eine so ähnliche Weise, daß es oft schwer ist, beide Tiere voneinander zu unterscheiden. Wir wollen deshalb in der ferneren Beschreibung das Wachstum des Coccidiums schildern, ohne zu berücksichtigen, aus welcher Art von Keimen es sich entwickelt hat.

In den frühen Entwickelungsstadien wächst das Coccidium gleichmäßig nach allen Richtungen; es wird ziemlich dick und lang, so daß es eine Länge von 60 μ und eine Breite von etwa 25 μ erreicht. Auf den hypertrophischen Kern der Wirtszelle (die sich zu dieser Zeit ungemein vergrößert und mit den Nachbarzellen vereinigt) übt das Coccidium einen solchen Druck aus, daß sich dieser verschiebt und unmittelbar die längliche Körperseite des Parasiten berührt. Es bildet sich auf diese Weise eine kleine Delle auf der Oberfläche des Parasiten in die der hypertrophierte Kern der Wirtszelle zu liegen kommt. Jetzt beginnt die Phase des schnellsten Wachstums des Parasiten, das aber nicht nach allen Richtungen seines Körpers gleichmäßig verläuft. Am schnellsten wachsen die beiden nach der Innenseite der oberflächlichen Delle gerichteten Enden; sie verlängern sich, werden sehr dick und wachsen so gegeneinander, daß sie den Kern der hypertrophierten Zelle zu umfassen beginnen (Fig. 2. und 3 *b*). Der zentrale Teil des Coccidiums, in welchem sein Kern liegt, wächst viel langsamer; deswegen werden beide schneller wachsende Enden so stark gegeneinander gebogen, daß zwischen ihnen nur ein schmaler Spalt übrigbleibt, über welchem der zurückgedrängte hypertrophierte Kern der Wirtszelle liegt (Fig. 4 *a* und 4 *b*). Im Längsschnitt gesehen, gleicht der Spalt einem schmalen Kanal, der den hypertrophischen Kern mit dem Innern des bohnenförmigen Coccidiums verbindet.

Indessen finden im Protoplasma des Tieres verschiedene Veränderungen statt. Derjenige Teil, der den Kern der infizierten Zelle berührt, wird dichter als der übrige Körper und färbt sich intensiv mit basischen Farbstoffen. Von der Stelle bis zu dem Kerne des Parasiten entsteht ein Streifen körnig aussehenden Protoplasmas, in dem man die Schaumstruktur nicht leicht wahrnehmen kann (Fig. 2 *a* und 3 *a*). Hand in Hand mit dem Wachstum des Coccidiums wird auch der Streifen deutlicher und man kann darin längliche Körnchen und Wabenreihen, wie etwa Spuren von Diffusionsströmungen erkennen. In der Richtung gegen diesen Streifen dehnt sich der Kern des Coccidiums in die Länge, schickt gegen denselben einen Ausläufer aus und rückt näher gegen die Körperoberfläche, (Fig. 3 *a*). Sobald die rasch wachsenden Enden des Coccidiums gegeneinander einbiegen und zwischen einander nur eine schmale Lücke lassen, nähert sich der Coccidiumkern so der Körperoberfläche, daß er mit einem seiner Ausläufer den Boden der entstandenen Spalte berührt (Fig. 4 *a*).

In frischem Zustande betrachtet, sind diese Stadien ungemein charakteristisch. In dem durchsichtigen, leicht gelblich gefärbten Coccidiumkörper erkennt man einen hellen, stark lichtbrechenden Streifen, welcher die gebogene Körperoberfläche des Coccidiums mit seinem Kerne verbindet. Die Kernumrisse sind jedoch undeutlich; öfters wird es sogar unmöglich, sie vom Plasma zu unterscheiden. Das gewöhnlich stark lichtbrechende Karyosom wird zu dieser Zeit blaß und nur als eine körnige nicht scharf konturierte Masse sichtbar. Über der gebogenen Stelle des Coccidiums sieht man deutlich einen großen, hellen, aufgeblähten und an Flüssigkeit reichen Kern der hypertrophierten Zelle, von welchem aus oft ein Ausläufer in den Spalt zwischen den gekrümmten Enden des Coccidiumkörpers eindringt. In dem Stadium kann man einen direkten Zusammenhang zwischen dem Kern des Parasiten und dem Kern der Wirtszelle beobachten; die Bedeutung dieses Befundes werden wir in einer anderen Arbeit ausführlicher besprechen.

Die Veränderungen im Zellleibe des Coccidiums gehen noch weiter vor sich. Die Vakuolen im Protoplasma ordnen sich zuerst radiär um den Kern, dann verlängern sie sich ein wenig, und während des raschen Wachstums der Körperenden entstehen aus ihnen gebogene Reihen, die vom Kern ausgehen und fast zur Ober-

fläche der wachsenden Enden reichen. Diese Wabenreihen bezeichnen die Richtung des schnellsten Wachstums und verdanken ihre Entstehung wahrscheinlich Diffusionsströmungen, welche vom Kern ausgehen.

Infolge des raschen Wachstums vergrößern sich die Dimensionen der Coccidien sehr beträchtlich; die Länge ihres Körpers beträgt 80—90 μ, die größte Breite der verdickten Enden 54—58 μ; die Vertiefung in der Mitte des Körpers reicht bis fast zu $^2/_3$ seiner Breite. Mit diesen Dimensionen ist aber die Grenze des Wachstums erreicht, wahrscheinlich deswegen, weil in dieser Zeit, wo das Coccidium so groß geworden ist, die Nährzelle zu degenerieren beginnt. Ihr Protoplasma wird dermaßen vom Parasiten verbraucht, daß es nur als dünne Schicht seinen Körper umgibt; auch ihr Kern unterliegt langsam einer Degeneration. Die Vorräte also, die das Coccidium von außen aufnahm, erschöpfen sich, und dieser Umstand wirkt hemmend auf sein Wachstum.

Mit dem Aufhören des Wachstum beginnt der Parasit sich langsam abzurunden. Die gebogene Stelle seines Körpers gleicht sich nach und nach wieder aus; es verwischt sich die nierenförmige Gestalt seines Körpers, der jetzt die Gestalt eines unregelmäßigen Ellipsoids annimmt (Fig. 5 *a*, *b*), die Alveolen verteilen sich gleichmäßig im Protoplasma und werden zugleich kleiner, als sie vorher waren (Fig. 6, 7.). Der Kern, der die Oberfläche berührte, entfernt sich jetzt von derselben infolge ihrer Auswölbung und nimmt die Mitte des Körpers ein.

In der bisherigen Beschreibung haben wir nur die Veränderungen in der Gestalt und im Protoplasma des Coccidiums berücksichtigt; die interessantesten Veränderungen finden jedoch im Kern und im Karyosom statt.

Der Kern eines sehr jungen Coccidiums (Fig. 1 *a*) besteht aus dicken Chromatinfäden, die mit ihren breiteren Enden an der Kernoberfläche haften, mit den dünneren gegen seine Mitte ragen und manchmal das Karyosom berühren. Die Fäden sind ziemlich dick, untereinander durch Querausläufer verbunden; zwischen ihnen findet man eine durchsichtige Flüssigkeit. In diesem Stadium ist das Karyosom groß, kugelig, färbt sich intensiv mit basischen Farbstoffen und scheint oft ganz homogen zu sein. Man kann jedoch im Karyosom bei entsprechender Beleuchtung und Abblendung zwei Teile

unterscheiden, nämlich: die sehr dichte und dunkle Rindensubstanz und die weniger intensiv aber auch stark gefärbte Marksubstanz, die in der ersten eingeschlossen ist; zwischen beiden befindet sich eine sehr dünne Schichte hellerer, weniger dichter Substanz. An einer Stelle ragt ein kleiner, knospenartiger Ausläufer aus dem Karyosom hervor, der sich unmittelbar mit den Fäden des Chromatingerüstes verbindet. Eine solche Kernstruktur ist nur bei denjenigen Exemplaren zu finden, bei denen die Phase des schnellsten Wachstums noch nicht begonnen hat. Sobald dies aber geschieht, verliert der Kern seine regelmäßige Gestalt; er wird größer und sendet zugleich kurze, stumpfe Ausläufer zwischen die Alveolen des Protoplasmas aus. Er rückt derjenigen Stelle der Oberfläche des Coccidiums näher, bei der der hypertrophische Kern der Wirtszelle liegt (Fig. 2 *a*). Die Kernmembran wird so dünn, daß man sie stellenweise gar nicht mehr nachweisen kann. Die Bälkchen des Chromatingerüstes zerfallen in radiär geordnete Körnerreihen und dünne Fäden; das Chromatingerüst bildet im Ganzen nun ein dichtes, mit der Kernmembran verbundenes Flechtwerk, aus dem nur wenige Fäden zum Karyosom verlaufen, und sich mit der Seitenknospe des letzteren verbinden. Das Karyosom selbst wird jetzt locker (Fig. 2 *a*), nimmt viel helle Flüssigkeit auf, und seine beiden Schichten werden durch eine Reihe großer, länglicher Vakuolen voneinander getrennt. Die Verbindung zwischen beiden Schichten besteht in der Form dünner Streifen fort und nur an jener Stelle, wo die kleine Knospe hervorragt, kommen die beiden Schichten unmittelbar miteinander in Berührung. Beide Schichten werden ebenfalls locker; sie zerfallen in kleine Körnchen und Stäbchen, zwischen denen winzig kleine Vakuolen zum Vorschein kommen.

In dem folgenden Stadium (Fig. 3 *a*) zerfällt das ganze Chromatin des ursprünglichen Kerngerüstes in dünne Fäserchen oder auch in kleine Körner und bildet an der Kernoberfläche eine schmale, aber dichte filzartige Schicht. Der ganze Kern nimmt immer an Länge zu, und rückt (wie schon oben erwähnt wurde) gegen die dichtere Plasmaanhäufung, die sich an der gekrümmten Stelle des Coccidiums bildet. Das Karyosom wird jetzt übermäßig groß; es nimmt fast den ganzen Kern ein, mit Ausnahme der dünnen äußeren, aus Chromatinfilz bestehenden Schichte. Die zwischen seinen beiden Schichten befindlichen Vakuolen werden ebenfalls immer

größer. In seiner Rindensubstanz beginnen dickere Fäden aufzutreten, welche den Chromatinfäden in dem jetzt verändertem Kerngerüst sehr ähnlich sind. Die Marksubstanz wird lockerer und spongiös; es entsteht darin eine Menge von Vakuolen, die mit einer zähen Flüssigkeit gefüllt zu sein scheinen; zwischen denselben befindet sich auch eine körnig aussehende Substanz, die sich nach der Art des Chromatins färbt. Der Zusammenhang zwischen den beiden Schichten besteht durch dünne Streifen fort.

Der ganze Kern besteht also in diesem Stadium aus drei Teilen: 1) aus Chromatinfäden, die eine mit der Kernmembran verbundene filzartige Schichte bilden, 2) aus der Rindensubstanz des Karyosoms, in welcher eine faserige Struktur zu entstehen beginnt, 3) aus der schwammartigen Marksubstanz.

Die ersten zwei Schichten scheinen vollkommen voneinander getrennt zu sein.

Die bis nun beschriebenen Veränderungen verlaufen sehr schnell; manchmal sieht man sie schon bei sehr jungen Coccidien und zwar am häufigsten dann, wenn die jungen Parasiten in einer großen, stark hypertrophierten Zelle liegen. Wahrscheinlich hängt die Schnelligkeit dieser Veränderungen von der Intensität der Ernährung des Coccidiums ab.

Bei der weiteren Entwickelung treten wesentliche Veränderungen in der Lage und im Bau des Kernes ein. Die Kernmembran ist nicht mehr scharf zu unterscheiden (Fig. 4 *a*); sie erscheint an manchen Stellen als eine dichte Chromatinfaserschicht (Fig. 4. bei *). Diese Schichte wird aber an vielen Stellen ganz locker und da schwindet auch die Grenze zwischen dem Kern und dem Protoplasma des Coccidiums (Fig. 4 *a* bei ←). Ein vom Kern gebildeter Fortsatz reicht jetzt bis an die Oberfläche des Coccidiumkörpers und berührt den Boden jener Spalte, über welcher der hypertrophische Kern der infizierten Zelle sich befindet. Der Coccidiumkern steht jetzt in unmittelbarer Berührung mit der Umgebung, in welchem sich der Parasit befindet.

Die äußere, aus zusammengeflochtenen Chromatinfäden bestehende Kernschichte wird breiter als in den früheren Stadien, (Fig. 4 *a*) ihre Fäden werden aber bedeutend dünner; deswegen wird auch das Chromatinpilzwerk merklich lockerer. Die Fäden dieses locker gewordenen Chromatingeflechtes verbinden sich jetzt

unmittelbar mit dem in der Rindensubstanz des Karyosoms befindlichem Chromatin (Fig. 4 *a*).

Zu dieser Zeit zerfällt die Rindenschicht des Karyosoms in zahlreiche Chromatinfäden, die ganz ähnlich aussehen, wie die in dem Kerngerüste befindlichen. Der äußere Umriß des Karyosoms verwischt sich und seine Fäden verbinden sich (wie oben gesagt wurde) mit dem Kerngerüste. Die dunklere Färbung der vom Karyosom stammenden Chromatinfäden läßt noch die Grenzen dieses Körpers erkennen, doch verwischen sie sich immer mehr.

Während dieser Veränderungen finden geradezu entgegengesetzte Prozesse in der Markschicht des Karyosoms statt. Dieser Teil wird dicht; anfangs unregelmäßig gestaltet, beginnt er sich nachher abzurunden, an seiner Oberfläche entsteht eine dichte und stark sich färbende Hülle; Vakuolen sind jetzt nur in seinem Zentrum sichtbar (Fig. 4 *a*).

Mit diesem Stadium hört die Wachstumsperiode des Tieres auf; die Veränderungen im Kern gehen aber noch weiter vor sich und führen zu einer vollständigen Umgestaltung dieses Organes. Während sich die Krümmung des Coccidiumkörpers auszugleichen beginnt, verbleibt der Kern in der Mitte der Zelle und folgt ihrer sich auswölbenden Oberfläche nicht nach. Der gegen die Oberfläche gerichtete Fortsatz wird dünner und zieht sich langsam zurück (Fig. 5 *a*); ähnlich verhalten sich auch die amöboiden, gegen das Plasma gerichteten Kernausläufer. Die Rindenschicht des Karyosoms verbindet sich immer inniger mit dem ursprünglichen Chromatingerüste; seine Markschichte wird dichter und rundet sich ab. In ihrem Innern, um die Vakuolen herum, sammelt sich eine stark lichtbrechende Substanz an (Fig. 5 *b*). Die Färbung mit der Ehrlich-Biondi'schen Mischung oder mit Hämatein und Eosin mit Orange G., gibt in diesen Stadien ungemein charakteristische Bilder. Am dunkelsten färbt sich in Färbstoffen, die das Chromatin wahrnehmen lassen, die dichteste Partie der Marksubstanz und derjenige Teil des neu entstehenden Kerngerüstes, welcher aus der Rindensubstanz des Karyosoms herrührt; das primitive Chromatingerüst hingegen färbt sich sowohl mittelst der protoplasmatischen als auch mittelst der Chromatinfarbstoffe ziemlich gleich intensiv und an jenen Stellen, wo seine Umrisse nicht recht deutlich zu sehen sind, hat es gleiche Färbung wie das Protoplasma Das Coccidiumprotoplasma färbt sich zwar intensiv mittels saurer Farbstoffe, es nimmt

aber auch die basischen, obschon in geringerer Menge an, als wenn darin schon ein Teil des Chromatins in gelöstem oder zerkleinertem Zustande vorhanden wäre.

Die färberischen Reaktionen, wie auch die Strukturbilder der in diesen Stadien sich befindenden Coccidien beweisen, daß zur Zeit des schnellsten Wachstums ein Teil des Chromatins aus dem Kern in das Protoplasma übergeht, und daß das Chromatin des Karyosoms den Verlust des Chromatins aus dem Kerngerüst ersetzt. Im Karyosom ist also ein Chromatinvorrat angehäuft, der während der rege verlaufenden vegetativen Vorgänge zur Wirkung gelangt.

Sobald das Coccidium nach beendigten Wachstumsvorgängen ovoid wird, nimmt der Kern dessen Mitte ein. Die früher vom Kern in das Protoplasma ausgehenden Fortsätze werden vollständig eingezogen; seine Oberfläche wird glatt und mit einer deutlichen, aus dichtem Chromatingeflecht bestehenden Membran umgeben. Die Fäden des früheren Kerngerüstes sind in diesem Stadium schon ganz eng mit den aus der Rindenschicht des Karyosoms stammenden verbunden. Sie bilden zusammen eine einheitliche Schichte mit radiär geordneten Fädchen. Die ehemalige Abgrenzug beider Teile ist nur an einem sich intensiver färbenden Steifen erkennbar (Fig. 6 *a*). Die Fäden dieses neuen Gerüstes werden immer deutlicher, die ganze Schichte wird immer dicker und nimmt allmählich den ganzen Kern ein. Die helle Flüssigkeit, welche früher die Markschicht des Karyosoms umgab, dringt jetzt zwischen die Fäden des neuen Kerngerüstes; diese werden dadurch sehr deutlich sichtbar. Die Marksubstanz des früheren Karyosoms wird jetzt zu einem vollständigen neuen Karyosom (Fig. 6 *a*). Sie wird immer dichter und nimmt eine kugelförmige Gestalt an. Ihr äußerer Teil färbt sich intensiv und gleichmäßig, weil die chromatische Substanz, die sich früher in ihrem Inneren angesammelt hat (Fig. 5 *a*), jetzt die Oberfläche des neuen Karyosoms bedeckt. Die zahlreichen kleinen im Innern des Karyosoms befindlichen Vakuolen vereinigen sich zu wenigen größeren oder sogar zu einer einzigen größeren mit Flüssigkeit erfüllten Blase; sie enthalten eine in lebenden Exemplaren ziemlich stark lichtbrechende, auf Präparaten dicht und feinkörnig erscheinende und sich schwach mit basischen Farbstoffen tingierende Substanz.

Das in der Form eines feinen, netzartigen, mit kleinen Körn-

chen besetzten Gerüstes sichtbare Chromatin des rekonstruierten Kernes nimmt allmählich den ganzen Kern ein und reicht jetzt unmittelbar bis zu dem neuen Karyosom (Fig. 7); der ganze Kern wird rund und ist von einer ganz deutlich wahrnehmbaren Membran eingeschlossen. Das neuentstandene Karyosom hat, wie aus der Fig. 7. zu sehen ist, eine dichte chromatische, oft ungleichmäßig dicke Hülle und eine innere körnige Substanz, in der oft kleine chromatische Körnchen zu sehen sind. Auf diesem Stadium erreicht das Coccidium seine vollständige Reife, und zugleich die Grenze seines Wachstumsvermögens; es kann nun in eine neue Lebensphase, die der Vermehrung eintreten.

Alle Veränderungen, die im Kern der Caryotropha während ihres Wachstum vor sich gehen, können in folgende Punkte zusammengefaßt werden:

1. Das junge Coccidium besitzt ein deutliches Chromatingerüst und ein einheitliches Karyosom.

2. Mit fortschreitendem Wachstum wird das Kerngerüst locker und ein Teil seines Chromatins geht in das Protoplasma über. Zugleich entstehen im Karyosom zwei Schichten: die Rindenschichte und die Markschichte.

3. Die Rindenschichte des Karyosoms zerfällt in Fäden, welche sich mit dem Chromatingerüste des Kernes verbinden und es ergänzen. Aus der Markschichte entsteht das neue Karyosom.

4. Diese Veränderungen verlaufen gleichzeitig und gleichmäßig mit dem Wachstum des Coccidiums.

II. Über die Schicksale des Karyosoms während der späteren Lebensphasen der Caryotropha mesnilii.

Wir wollen hier keine ausführliche Beschreibung der Veränderungen angeben, welche das Coccidium und alle Teile seines Körpers während seines ganzen Zeugungskreises durchmachen müssen; wir wollen nur in wenigen Worten auf das Verhalten seines Karyosoms in den wichtigsten Lebensphasen hinweisen, da wir daraus einige wichtige Folgerungen ziehen können, welche auf die Rolle des Karyosoms ein helleres Licht werfen.

1. Während der zur ungeschlechtlichen Vermehrung führenden Kernteilung des Coccidiums geht das Karyosom durch Teilung

aus dem Mutterkern in die Tochterkerne über. und zwar so, daß ein jeder der neu entstandenen Kerne eine ungefähr gleiche Masse der aus dem Karyosom stammenden Substanz erhält. So lange die Struktur der sich neu bildenden Kerne so durchsichtig ist, daß man die Vorgänge im Inneren verfolgen kann, läßt sich auch in denselben immer ein Karyosom nachweisen. Erst in den Merozoiten, deren Kern, wie wir schon bemerkt haben, sehr dicht ist, wird das Karyosom unsichtbar. Es wird entweder vom dichten Chromatingerüst verhüllt, oder es kann sich sogar mit dem Gerüst der Merozoiten vereinigen; wir wollen aber nicht entscheiden welche von den beiden Möglichkeiten hier zutreffend ist.

2. Ungemein charakteristisch sind die Schicksale des Karyosoms während der Entwickelung und der Reifung der geschlechtlich differenzierten Individuen:

In wachsenden Makrogameten ist das Karyosom sehr deutlich; es erscheint bis zu den Reifungsstadien als ein großer, intensiv gefärbter Körper. Die Reifung besteht aber darin, daß das Karyosom aus dem Kern in das Protoplasma ausgestoßen wird und hier degeneriert Deswegen finden wir im reifen Makrogameten der Caryotropha kein Karyosom.

Analoge Erscheinungen sehen wir bei der Entstehung männlicher Zellen oder Mikrogameten. Während das Coccidium wächst und die Mutterzellen der Mikrogameten sich bilden, sieht man in den Kernen dieser Gebilde ganz deutliche Karyosomen. Sobald aber auf den Mutterzellen die Mikrogameten sich zu formen beginnen, wobei ihre Kerne dichter werden und zugleich eine kappenförmige Gestalt annehmen, wird aus einem jeden derartig umgestalteten Kerne ein kleines Karyosom in den zur Bildung der Mikrogameten nicht verbrauchten Restkörper ausgestoßen.

Wie wir also sehen, ist die Reifung sowohl weiblicher, wie auch männlicher Fortpflanzungszellen bei Caryotropha mit der Ausscheidung des Karyosoms verbunden.

Angesichts dessen, daß die wichtigsten Veränderungen im Karyosom gleichmäßig mit den Erscheinungen des schnellsten Wachstums vor sich gehen, daß ferner das Karyosom während der ungeschlechtlichen Fortpflanzung in die neu entstehenden Zellen über-

geht und daß schließlich während des Entstehens geschlechtlich differenzierter Individuen ihr Karyosom verschwindet, sind wir zu dem Schlusse berechtigt, daß das Karyosom der *Caryotropha mesnilii* als ein vegetativer Kernteil zu betrachten ist.

III. Bedeutung des Karyosoms bei anderen Coccidien.

Schon eine oberflächliche Betrachtung der Veränderungen des Karyosoms bei einigen Arten der Coccidien während ihrer Entwickelung zeigt, daß dieses Gebilde in denselben Lebensperioden bei verschiedenen Gattungen ganz verschieden aussehen kann. Die Beobachtung berechtigt uns also zu der Vermutung, daß auch die Bedeutung dieses Gebildes bei jeder Art eine andere sein könnte. Wir wollen nun aus einer kurzen Übersicht der wichtigsten Angaben der Coccidien-Literatur einige Schlüsse zu ziehen versuchen, welche die Bedeutung des Karyosoms vielleicht aufzuklären imstande wären [1].

In den Kernen der Sporozoiten der Coccidien finden wir nur ausnahmsweise ein Karyosom; es ist, außer *Caryotropha* z. B. auch in den Sporozoiten der unter dem Mamen *Barrouxia* von Schneider [2]) beschriebenen, *Eimeria* zu sehen.

Bei anderen Coccidien ist der Sporozoitenkern kompakt, hat ein deutliches Chromatingerüst, aber kein Karyosom. In einem solchen Kerne aber ist das Material zur Bildung eines Karyosoms immer vorhanden, und in der Tat bald nach dem Eindringen eines Sporozoiten in eine Wirtszelle wird ein neues Karyosom gebildet. Dies geschieht eben in der Zeit, wo der Sporozoit nach dem Verlassen

[1]) In den Literaturangaben haben wir besonders diejenigen Arbeiten berücksichtigt, in denen sich eine Beschreibung der Schicksale des Karyosoms während des ganzen Lebens eines Coccidiums findet; es sind vor Allem: 1) Schaudinn's monographische Bearbeitungen von *Coccidium schubergii* und *Cyclospora caryolytica* (Zool. Jahrb. 1900 und Arb. a. d. kais. Ges. Amte 1902); 2) unsere Mitteilungen über *Adelea ovata* (Ann. Inst. Past. 1899) und *Eucoccidium eberthi* (ibidem 1898) sowie auch unsere und Simon'ds Mitteilungen über *Eimeria tritonis* (Simond, Ann. Inst. Past. 1897, Siedlecki C. R. Soc. biol. 1899). Wir ließen natürlich auch unsere und Schaudinn's Arbeiten über *Eimeria lacazei*, sowie auch Arbeiten von Lavéran et Mesnil, Mesnil, Léger, Perez, u. s. w. und die ausgezeichneten Zusammenstellungen der Literatur von Lühe nicht unberücksichtigt.

[2]) A. Schneider Tablettes zoologiques I. Bd.

der Sporocyste von dem infiziertem Organismus seine Nahrung zu beziehen und dieselbe selbständig zu verarbeiten beginnt; gleichzeitig mit dem Anfang der vegetativen Vorgänge entsteht also auch das Karyosom in den jüngsten Exemplaren der Coccidien Seine Entstehung und sein Wachstum vollzieht sich immer auf Kosten des Chromatins aus dem Kerngerüste; so z. B. bei *Eimeria Schubergii* oder *Cyclospora caryolytica* entsteht es durch Zusammenschmelzung einiger Chromatinbrocken mittelst einer achromatischen Substanz (Plastin?); bei *Eucoccidium* ist es während des Wachstums innig mit dem Kerngerüste verbunden und aus dieser Quelle stammt wahrscheinlich seine chromatische Rindenschichte, die sich sehr deutlich von der achromatischen Marksubstanz abhebt.

Jedes neuenstandene Karyosom besteht immer aus zweierlei Substanzen, nämlich aus einer stark färbbaren, dem Chromatin (Basichromatin), und einer der achromatischen Kernsubstanz sehr ähnlich erscheinenden (Linin, oder vielleicht Plastin), es hat also dieselben Hauptbestandteile, die in jedem normalen Zellkerne zu finden sind; dieselben sind aber zu einem sehr kompakten Körper, von geringem Umfang zusammengeballt. Es ist wohl möglich, daß eben deswegen ein Karyosom ohne seine Struktur zu verändern, nur äußerst selten eine aktiwe Rolle während der vegatativen und auch der generativen Vorgänge bei den Coccidien spielt. Seine Bedeutung beginnt erst dann, wenn sich entweder seine Struktur auflockert, oder es selbst durch Teilung zerfällt, wobei oft seine Bestandteile sich mit dem Kerngerüste vereinigen. Es sind also im Karyosom Kernbestandteile vorhanden. die schon geformt, aber noch nicht in Betrieb gesetzt worden sind.

Es sei nebenbei bemerkt, daß nicht bei allen Coccidien die chromatische und die achromatische Substanz im Karyosom als morphologisch gänzlich getrennte Bestandteile zu sehen sind; auf grund der färberischen Reaktionen kann man aber vermuten, daß beiderlei Substanzen in jedem Karyosom verhanden sind, jedoch sehr innig verbunden oder vermegt sein können.

In reifen Merozoiten verschiedener Coccidien kann ein Karyosom entweder sehr deutlich sein, oder aber gänzlich fehlen. Oft (wie bei *Adelea, Eimeria lacazei, Caryotropha*) ist es während der Bildung der Merozoiten fast bis zu den letzten Stadien sichtbar, ist aber trotzdem in reifen Sichelkeimen dieser Art nicht nach-

weisbar; wahrscheinlich kann es ebenso leicht mit dem Kerngerüste verschmelzen, wie auch aus demselben in jungen Coccidien entstehen.

Obwohl während der Bildung der Mikrogameten das Karyosom fast bis zu den letzten Stadien sichtbar ist, bleibt es nur ausnahmsweise *(Eim. lacazei)* in reifen männlichen Zellen; gewöhnlich verschmilzt es mit den Gerüste des Mikrogametenkernes *(Eim. schubergii* und vielleicht auch *Adelea)*; oder aber wird es in den Restkörper ausgestoßen *(Cyclospora, Caryotropha)*. Bei dem letztgenannten Tiere ist die Ausstoßung des Karyosoms dadurch erklärbar, daß dieser Kernteil hier eine rein vegatative Rolle spielt; man könnte vermuten, daß also in den Mikrogameten nur die generativen Teile bleiben. Ähnlich verlaufende Prozesse haben wir schon bei anderen Coccidien beobachtet und denselben den Namen Kernreinigung *(Épuration nucléaire)*, im Gegensatz zu der echten Kernreduktion gegeben; auf grund der bei der *Caryotropha* gefundenen Tatsachen halten wir im Gegensatz zu Schaudinn die Einteilung der Kernverminderungsvorgänge in obengenannte zwei Kategorien für völlig berechtigt. Bei der Kernreinigung der Caryotropha wird ein Kernteil ausgestoßen, dessen Veränderungen sicher mit vegetativen Vorgängen eng verknüpft sind; der Kern dieses Tieres wird also von vegetativen Teilen befreit und gereinigt; von einer Reduktion kann hier schwerlich die Rede sein, weil keine Verminderung der Zahl der Chromosomen zu sehen ist.

Im Gegensatz zu allen anderen Coccidien bleibt bei *Eimeria lacazei* das Karyosom in reifen Mikrogameten und, wie es an den schönen Zeichnungen von Schaudinn zu sehen ist, bildet es einen großen Teil seiner Masse. Das Verbleiben des Karyosoms in den Mikrogameten widerspricht dem rein generativem Charakter dieser Zellen nicht; im Gegenteil es erscheint uns möglich, daß sogar ein Teil der generativen Kernsubstanz in demselben enthalten sein könne.

Die letzte Vermutung wird wahrscheinlich, wenn man bedenkt, daß während der Reifung der weiblichen Geschlechtszellen immer ein Teil der chromatischen Substanz vom Karyosom an das Kerngerüst abgegeben wird. Bei *Eucoccidium eberthi, Eimeria lacazei, E. tritonis* und *Caryotropha* (wahrscheinlich auch bei *Eim. schubergii*) wird das Karyosom während der Reifung des Makrogameten

sehr blaß infolge der Abgabe eines Teiles seines Chromatins an das Kerngerüst. Bei *Adelea* verschmilzt der nicht ausgeschiedene Karyosomrest mit dem Kerngerüste unmittelbar vor der Befruchtung. Bei der *Cyclospora caryolytica* verschmilzt das Chromatin mit dem Karyosom und erst dann finden Kernverminderungsvorgänge statt.

In allen obenangeführten Fällen, besonders aber in den beiden letzteren, ist die Vermutung berechtigt, daß im Karyosom ein Teil des mit den generativen Vorgängen verbundenen Chromatins enthalten sein kann.

Nur bei *Eimeria schubergii,* und bei *Caryotropha* ist die Ausstoßung des Karyosoms unmittelbar vor der Befruchtung deutlich sichtbar; bei einigen anderen Arten bleibt er im Kern der weiblichen Zelle *(Eucoccidium, Eim lacaz.* und *tritonis)*; er bleibt jedoch während der Befruchtungsvorgänge auf der Seite und sein Körper verschmilzt erst dann mit dem übrigen Kerngerüste, nachdem das männliche und das weibliche Chromatin schon längst verbunden sind. Dies geschieht zur Zeit der Bildung der dicken Oocystenhülle und der Teilung in Sporocysten, kurz während der ersten vegetativen Vorgänge (Wachstum, Exkretion) in der jungen befruchteten Zelle.

Ebenso wie bei den Mikrogameten, halten wir auch bei den Makrogameten die Ausstoßung des Karyosoms für eine Art von Reinigung des Kernes und zwar aus gleichen Gründen, die bei der ersten Gelegenheit erörtert wurden.

Aus der obigen kurzen Übersicht der Veränderungen im Karyosom verschiedener Coccidienarten ersehen wir, daß dieses Gebilde bei allen Gattungen aus zweierlei Substanzen, aus Chromatin und aus einer achromatischen (plastinartigen?) Substanz gebildet ist. Die beiden Substanzen sind entweder vollständig vermengt oder morphologisch voneinander getrennt. In manchen Entwickelungsstadien kann entweder das ganze Karyosom oder nur eine von den beiden Substanzen (Chromatin) mit dem Kerngerüste verschmelzen und mit demselben zusammen in Tätigkeit treten. Im Karyosom der Coccidien finden wir also einen Vorrat an Substanzen angehäuft, die im Kerne eine aktive Rolle spielen. Der Vorrat kann während der vege-

tativen, manchmal aber auch während der generativen Vorgänge benutzt werden, und die Art seiner Benützung ist eine spezifische Eigenschaft der betreffenden Tierart.

IV. Bedeutung der karyosomähnlichen Gebilde der anderen Protozoen.

Eine noch auffallendere Verschiedenheit im Verhalten der als Karyosome bezeichneten Gebilde sehen wir bei den Gregarinen. Es ist nicht unsere Absicht, hier auf die Einzelheiten jeder Gattung näher einzugehen, um es zu beweisen, da es bereits Lühe[1]) in seinem ausgezeichneten Referate dargetan hat. Wir wollen nur eines hervorheben: während das Karyosom einiger Gattungen (z. B. *Lankasteria ascidiae*) vor der geschlechtlichen Fortpflanzung ausgeschieden wird, spielt es bei anderen (z. B. *Stylorhynchus*) bei diesem Vorgang eine nicht unbedeutende Rolle; auch bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzug ist dies manchmal deutlich zu sehen (z B. *Selenidium*). Es scheint also, daß bei den Gregarinen das Karyosom, ähnlich wie bei den Coccidien einen Vorrat an Kernsubstanz darstellt, der entweder während der vegetativen, oder auch während der generativen Vorgänge benutzt werden kann.

Die Angaben über Karyosome anderer Protozoen sind recht unzureichend, um daraus sichere Schlüsse über ihre Bedeutung ziehen zu können. Mit Recht wird deshalb von vielen Seiten vor jeder diesbezüglichen Homologisierung gewarnt.

Unter den *Sarkodinen* finden wir zwei Arten, in denen ähnliche Gebilde zu sehen sind wie bei den Coccidien; es sind: *Calcituba polymorpha*[2]) und *Trichosphaerium Sieboldi*[3]). Bei dem erstgenannten Tiere sind die Kerne als sehr dichte, einförmige Körnchen zu sehen; sie teilen sich auf multiple Weise und ähneln während einiger Teilungsstadien so sehr den Karyosomen der Coccidien, daß *Calkins* (*The Protozoa* 1901) die Entwickelungsgeschichte der Kerne der *Calcituba* und die der Karyosome als „*strikingly similiar*“ bezeichnet. Der ganze Kern der Calcituba scheint auf ein Karyosom

[1]) Lühe. Arch. für Protistenkunde 1904.

[2]) Schaudinn. Zeitschr. f. wiss. Zool. 59.

[3]) Derselbe. Arb. der kais. Akad. d. wiss. Berlin 1899.

reduziert zu sein; sowohl die vegetativen als auch die generativen Teile müssen in demselben enthalten sein.

Bei *Trichosphaerium Sieboldi* sehen wir im Kerne einen Körper, der in verschiedenen Stadien entweder in der Form eines Karyosoms, oder mit dem Kerngerüst verschmolzen auftretenn kann. Schaudinn (l. c.) stellt eine Reihe von „vegetativen" Veränderungen in dem Körper zusammen, die sehr an einige in den Karyosomen auftretenden Gebilde erinnern.

Die bei den *Mastigophoren* beschriebenen, karyosomähnlichen Kerneinschlüsse zeichnen sich durch eine so große Mannigfaltigkeit der Form und der Funktionen aus, daß es fast unmöglich ist, zwischen denselben und den echten Coccidienkaryosomen einen Vergleich zu ziehen. Sowohl bei den beinahe einheitlichen Nukleolocentrosomen wie auch bei allen übrigen Gebilden bis zu den hochkomplizierten, die neuerdings bei *Trypanosoma noctunae*[1]) beschrieben worden sind, sehen wir bei den Mastigophoren recht verschiedene Formen, die sogar miteinander schwer zu vergleichen sind. Es finden sich aber eben bei der kompliziertesten Form einige Einzelheiten die an die Rolle des Karyosoms bei Coccidien und speziell bei *Caryotropha* erinnern. So bei der Bildung des Bewegungsapparates der *Trypanosoma noctuae* wird ein Teil des im sog. „Karyosom" enthaltenen Chromatins abgegeben, wodurch das Kerngerüst verstärkt wird. Das Wachstum ist hier mit dem Verbrauche der im Karyosom angehäuften Stoffe verbunden, was doch eine gewisse Analogie mit dem Verhalten der Kernteile bei *Caryotropha* zeigt. Dasselbe Karyosom der *Trypanosoma noctuae* soll aber auch eine bedeutende Rolle während der partenogenetichen oder auch der geschlechtlichen Fortpflanzung spielen; es ist also sowohl als ein mit vegetativen wie auch mit generativen Kernstoffen versehener Körper aufzufassen.

Wenn wir nach Analogien zwischen den verschiedenen obenerwähnten Kerneinschlüssen suchen, sehen wir, daß in jedem Falle das karyosomähnliche Gebilde einen Vorrat oder eine Ergänzung des ganzen Kernapparates darstellt. Der Vorrat wird gewöhnlich bei den vegetativen Vorgängen verbraucht, kann jedoch auch für die generativen von Wichtigkeit werden. Die Art und Weise des Verbrauches der Karyosome ist als eine Arteigenschaft zu betrachten.

[1]) Schaudinn. Arbeiten aus dem kais. Ges. Amte. 1904.

Wenn wir also das Karyosom der Protozoen als eine Ergänzung des gesamten Kernapparates auffassen, das je nach der Tierart zu vegetativen oder generativen Vorgängen verbraucht werden kann, so finden wir zwischen demselben und den als *Chromidien* bezeichneten Gebilden eine gewisse Ähnlichkeit. Wie bekannt, stellen die *Chromidien* eine körnige chromatische Substanz dar, die aus dem Kerne in das Protoplasma ausgewandert ist und dort entweder in der Form von feinen Netzen oder als eine dichtere Masse besteht. Bei einigen *Rhizopoden* wie z. B. *Actinosphaerium*[1]) und *Pelomyxa*[2]) ist die Entstehung der *Chromidien* unstreitig mit den vegetativen Lebensvorgängen verbunden. Bei den *Thalamophoren* aber stellen die Chromidien ein Material dar, aus dem die Kerne der geschlechtlich differenzierten Generation ihren Ursprung nehmen Es wurde sogar von *Schaudinn*[3]) direkt hervorgehoben, daß die Chromidien den generativen Kernteil repräsentieren und mit den Mikronukleen der *Infusorien* direkt vergleichbar wären.

Offenbar haben die Chromidien bei verschiedenen Tiergruppen verschiedene Bedeutung; sie sind einmal zu vegetativen Kernteilen (*echte Chromidien* — Goldschmidt) oder aber zu den generativen (*Sporetien* — Goldschmidt) entwickelt. Wie die Karyosome, sind die Chromidien auch Anhäufungen von Chromatin, die aber nicht im Kern, sondern im Protoplasma gebildet werden. Trotz vieler Verschiedenheiten, auf die wir hier nicht näher eingehen wollen, besteht doch eine deutliche Ähnlichkeit zwischen der Bedeutung der Chromidien und der der Karyosome.

Wir haben schon früher betont, daß bei *Caryotropha mesnilii* das Karyosom ein vegetativer Kernteil ist; dabei ist es ein ständiges Zellorgan und besteht aus denselben Substanzen, aus denen auch der Kern aufgebaut ist. Ein Vergleich zwischen dem Karyosom und dem Makronucleus der Infusorien liegt also sehr nahe. Beide sind bei den vegetativen Lebensvorgängen tätig; der Makronucleus verschwindet während der Konjugation und wird aus einem Teil des Micronucleus gebildet; das Karyosom, das vor den Be-

[1]) R. Hertwig. a) Arch. f. Protistkunde 1. b) Festschrift f. E. Haeckel.
[2]) Goldschmidt. Arch. f. Protistkunde 1905.
[3]) Schaudinn. Arb. aus dem kais. Ges. Amte 1903.

fruchtungsvorgängen ausgeschieden wird, erscheint doch in den Nachkommen der befruchteten Zelle; die Analogie zwischen beiden Gebilden ist also recht auffallend.

Eine Differenzierung des vegetativen Kernteiles zu einem ständigen Zellorgane, wie sie bei Caryotropha vorliegt, verwischt die scharfe Grenze zwischen den Infusorien und anderen Protozoengruppen.

Obwohl bei *Caryotropha* der Kern in zwei Teile differenziert erscheint, behält er dennoch den Charakter eines einzigen und einheitlichen Kernes; von einer Doppelkernigkeit kann hier nicht die Rede sein. Wir glauben übrigens, daß bei den Protozoën die Zweikernigkeit nicht als ein für diese Gruppe charakteristisches Merkmal aufzustellen wäre. Im Gegenteil, nach unserer Meinung haben wir in einer Protozoenzelle, gleichwohl, ob sich ein Hauptkern und eine Chromidialmasse, oder ein vegetatives Karyosom im Kerne, oder sogar ein getrennter vegetativer und generativer Kern in ihrem Innern befindet, immer nur einen einzigen und einheitlichen Kernapparat vor uns. So wie nicht alle Lebensaüßerungen zugleich vor sich gehen, so entwickelt sich auch nicht in allen Teilen des Kernapparates zugleich eine rege Tätigkeit; aber wie alle Lebensvorgänge zusammen das Leben bilden, so stellen auch alle Teile des Kernapparates eine in sich geschlossene Einheit dar.

Aus dem vergl. Anatom. Institute der Jagell. Universit. zu Krakau.

Tafelerklärung.

Auf allen größeren Figuren ist nur derjenige Teil des Coccidiums abgebildet, in dem sich der Zellkern befindet; die Gesamtgestalt des Tieres ist aus den kleinen, schematischen Umrissen (Fig. 1 *b* — 6 *b*) ersichtlich. Oberhalb der größeren Figuren (auf der Fig. 1 *a* auch unterhalb) sind die Umrisse der Kerne der infizierten Zellen gezeichnet.

Alle Figuren wurden mittelst des Zeichenapparates nach Abbé entworfen bei Benützung einer apochromatischen homogenen Immersion (Zeiss, 1·30 Appert. und 2·00 Brennweite) und des Kompensationsokulares Nr. 12. Die Präparate wurden mittelst konzertrierter Sublimatlösung mit Zusatz von 1% Essigsaüre fixiert, und mittels Hämalaun und Eosin — Orange gefärbt.

Fig. 1. Der Kern eines jungen Coccidiums mit einem fast homogenem Karyosom und einem dickfädigem Gerüste.

Fig. 2 u. 3. Zerfall des Karyosoms und des Kerngerüstes.

Fig. 4. Zusammenschmelzung des Kerngerüstes mit der Rindenschicht des

Karyosoms; bei ← ist die Kernmembran verschwunden, bei ⁎ ist sie noch intakt geblieben.

Fig. 5 u. 6. Rekonstruktion des Karyosoms und des Kerngerüstes.

Fig. 7. Der Kern eines reifen Coccidiums mit neugebildetem Kerngerüste und einem neuen Karyosom.

---

47. M. THAD. GARBOWSKI. **O rozwoju larw jeżowców bez entodermy.** ***(Über die Entwickelung von Seeigellarven ohne Entoderm).*** *(Sur le développement des larves des oursins sans entoderme).* Mémoire présenté par M. K. Kostanecki. m. t. à la séance du 10. Juillet 1905.

Vorliegende Mitteilung ist ein kurzer, vorläufiger Bericht über eine außerordentlich interessante Larvenzucht aus hybridem Material, welches mir ein günstiger Zufall anläßlich meiner Kreuzungsversuche mit Seeigeln in die Hand gespielt hat. Obwohl es nicht möglich war, die Ursachen zu ermitteln, auf welche die von den betreffenden Seeigellarven eingeschlagene Entwickelungsrichtung zurückzuführen wäre, so sind doch die beobachteten Tatsachen von großer, allgemeiner Bedeutung und lassen sich bei der Analyse normaler Entwickelungsvorgänge vielfach verwerten.

Am 7. Juli v. J. erhielt ich in Roscoff unter Asteriden, mit denen ich gerade Versuche anstellte, ein vereinzeltes Männchen von *Echinus esculentus* L. Da ich seit längerem hybrides Larvenmaterial sammelte und auch dieses Tier verwenden wollte, habe ich am nächsten Tage in Ermangelung anderer frischer Seeigel mit seinem Sperma, welches von guter Beschaffenheit war, die Eier eines im Aquarium lebenden *Paracentrotus lividus* (Lmk) ♀ mit prall gefüllten Gonaden befruchtet.

Die Befruchtung wurde nach 8 Uhr früh vorgenommen; der Tag war sehr warm. Nur ein geringer Teil von Eiern wurde befruchtet; um so besser gelang die wirklich eingetretene Befruchtung. Die Dottermembran wurde weit abgehoben, die Furchung verlief rasch und nahezu ausnahmweise völlig normal, wie ich es selbst bei gewöhnlicher Befruchtung nur selten gesehen. Um 6 Uhr abends, also nach ungefähr 10 Stunden waren schon sämtliche Blastulae ausgeschlüpft und wurden in einen anderen geräumigen Glasbehälter abgegossen.

Von anderen Untersuchungen vollauf in Anspruch genommen, sah ich erst am 9. Juli um 3^{h} nachmittags nach und fand zu meiner großen Überraschung außer gewöhnlichen Gastrulastadien, welche bereits die Akronverdickung nach vorne verschoben hatten und zur tetraëdrischen Gestalt hinneigten, zahlreiche Larven, etwa ein Drittel der Gesamtmenge, deren Darmanlage nach außen umgestülpt war und ihnen ein scolexartiges Aussehen verlieh.

Die Exogastrulation ging nicht überall in der gleichen Weise vor sich und war auch nicht überall gleichmäßig vorgeschritten.

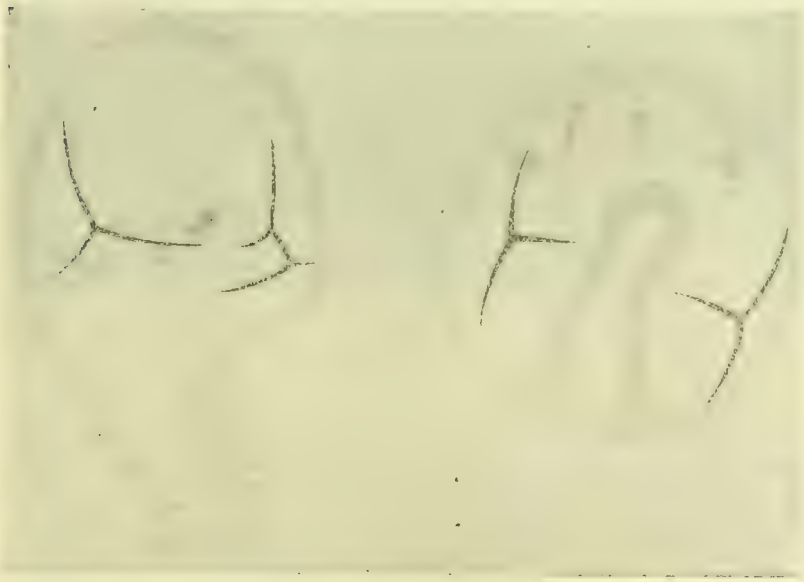
Manche Larven waren länglich gestreckt, merklich größer als normale Gastrulae und besaßen am vegetativen Pol als Darmanlage einen kurzen, dickwandigen, rundlichen Höcker, der einfach aus der vorgestülpten Platte der Enchymoblasten entstanden war. Bei anderen befand sich an der abgeflachten Urmundwand eine breite, stumpfe, aber an der Basis scharf abgehobene Darmausstülpung mit dickerer Wandung. Mitunter waren diese Ausstülpungen bereits im Schwinden begriffen, indem an ihrer flachen oder sanft gewölbten Abschlußwand der eigentliche Gastrulationsprozeß eingeleitet wurde, welcher nach einiger Zeit zur Rückeinstülpung der ganzen Anlage führen mußte. Am zahlreichsten waren aber Larven, wo sich an der Ausstülpung der ganze untere Teil des Körpers beteiligte (Fig. 1 *a*). Während sich sonst bei embolischer Gastrulation die Körperwand unterhalb des Enchymkranzes, beziehungsweise der Skelettanlagen, abflacht und eine ringförmige Bodenfläche bildet, die sich an der Umbiegungsstelle des seitlichen Körpermantels zu immer schärferem Rande abkantet, war hier die Larve bei sonst normaler, sphärischer Gestalt stark gestreckt, das Blastoderm war merklich dünner geworden und der Körper lief unter allmählicher Verjüngung konisch in einen rüsselförmigen Darmfortsatz aus. Der gestreckte oder ausgestülpte Larventeil konnte so lang sein wie die Hauptachse eines normalen Gastrulastadiums.

Die Exogastrulae dieses Typus waren es, deren Entwickelung auf die hier näher zu beschreibende Weise bis zum Pluteusstadium vollkommen regelmäßig sich vollzog.

Bei den jüngsten der beobachteten Stadien ging das Körperepithel ohne jede schärfere Abgrenzung in das Darmepithel über und nur in dem leicht aufgetriebenen Endstücke war das letztere bedeutend verdickt. Bald verdickten sich jedoch die Wände des ganzen Darmabschnittes, so daß sie 3—4 mal dicker werden konnten

als das Körperepithel, wodurch sich auch der Unterschied zwischen Körper und Außendarm immer deutlicher ausprägte und die Stelle des sonstigen Urmundrandes sichtbar wurde. Durchschnittlich waren derartig gestaltete Larven etwas größer als normale Darmlarven (vgl. Fig. 1 *a* und *b*).

Ein besonderes Interesse boten natürlich die Verhältnisse des blastularen Enchyms. Bei allgemeiner Betrachtung und Vergleichung



a Fig. 1 *b*

erschien das Bild der geweblichen Elemente im Gallertkern durchaus normal. Wie ich mich an zahlreichen Skizzen, die ich im Laufe von etwa 4 Stunden sowohl nach lebenden, durch Deckglasdruck festgehaltenen Larven als nach einigem durch Formolzusatz abgetöteten Material entworfen habe, überzeugen konnte, stimmte die Enchymbildung in den Scolexlarven mit den gewöhnlichen bis auf die Zellenzahl überein. Auch waren die Enchymzellen zumeist zu dem typischen, bilateral-symmetrischen Ring geordnet. Wo dies aber nicht der Fall war, blieb eine unregelmäßige Verlagerung der Zellen augenscheinlich ohne jeden Einfluß auf den weiteren Verlauf der Entwickelung.

In Betreff der Skelettanlage waren in sämtlichen Scolexlarven

ohne eine einzige Ausnahme die Kalkbildner beiderseits zu symmetrischen Gruppen zusammengetreten. Zur Zeit, wo die Beobachtung anfing, war die Entwickelung der Drei- und Vierstrahler bereits weit fortgeschritten. Am Ausbau einer jeden Skelettgruppe beteiligten sich 18 bis 19, wenigstens aber 16 — 17 Skleroblasten, und zwar oft beiderseits in nahezu identischer Verteilung an den ange-

a *b* *c*

Fig. 2.

legten Kalkstäben. In Fig. 2 *a* ist ein Dreistrahler aus einer Gastrula abgebildet, in Fig. 2 *b* und *c* werden Skeletthälften aus zwei verschiedenen Scolexlarven vorgeführt.

Es leuchtet ein, daß sich diese Larven bis in das letzte der Darmbildung vorausgehende Blastulastadium weder tektologisch noch physiologisch von den normalen unterschieden haben konnten. Da es andererseits keinem Zweifel unterliegen kann, daß die unbekannten Ursachen, welche die Richtungsänderung der Darmanlage veranlaßt haben, zu jener Zeit, sei es äußerlich in der Beschaffenheit des Wassers, sei es innerlich in der Beschaffenheit der Furchungszellen selbst bereits existiert haben mußten, so sind wir zu der Folgerung berechtigt, daß die morphogenetischen Vorgänge der Enchymbildung und der Darmbildung voneinander in mehrfacher Hinsicht unabhängig sind, wenn die Faktoren, welche die Zellgenerationen der Enteroblasten affizieren, auf die derselben Körpergegend angehörenden Enchymoblasten keinerlei Wirkung auszuüben vermögen.

Durch diese Tatsache wird uns ferner die Vermutung nahegelegt, daß es überhaupt minimaler Anstöße und Zustands-

änderungen bedarf, um eine fundamentale Divergenz des Entwickelungsganges anzubahnen; umsomehr als die Exogastrulation nur in einem Teile der Larven aufgetreten war, während die anderen die angestammte Entwickelungsrichtung beibehalten und sich bis in späteste, unter gewöhnlichen Umständen erreichbare Stadien normal entwickeln konnten.

Bezüglich des blastulären Enchyms sei noch bemerkt, daß die Zellenzahl in gewissen pathologischen Exemplaren sehr wesentlich vermehrt war und daß sich selbst in den jüngsten Scolexlarven unter gewöhnlichen, größtenteils runden Enchymzellen einzelne große, verästelte und farbstoffreiche Chromatophoren befanden.

Inzwischen ging die Entwickelung weiter vor sich und betraf, wie bei der normalen Gastrulation, zunächst die weitere Differenzierung des Darmes und die Bildung des gastralen Enchyms.

Wie wir es in einer anderen Arbeit[1]) dargelegt haben, erfolgt bei *Paracentrotus* die Embolie auf diese Weise, daß die vegetative verdickte Zellrosette, nach Abgabe einer gewissen Enchymmenge durch Einstülpung des anstoßenden Körperepithels gehoben wird und als innerer Abschluß des Darmrohres bis in die Nähe der animalen Körperwand gelangt, worauf ihre Zellen neuerlich in Form von oblongen spindelförmigen oder verästelten Amoebocyten in das Blastocoel auszuwandern beginnen. Der Urdarm selbst erleidet nachher verschiedene Umbildungen, indem er sich infolge ungleichmäßigen Wachstums ausbiegt und sein blindes Ende dem inzwischen nach vorne verschobenen Akron zukehrt, worauf die Abschnürung des Enterohydrocoels sowie die Abgliederung des Vorderdarmes stattfindet.

31 Stunden nach der Befruchtung waren unter den Scolexlarven noch einige Exemplare zu finden, die etwa 25-stündigen normalen Stadien entsprachen und sich zur Abgabe des gastralen Mesenchyms gerade anschickten. Bei der Mehrzahl war dieser Prozeß in vollem Gange, so daß man das Ganze mit Leichtigkeit überblicken konnte.

Der Urdarm verhält sich hierbei im allgemeinen so, als ob er sich im Gallert des Blastocoels befände. Seine Außenseite ist wie das übrige Körperepithel bewimpert, genau so wie bei invaginiertem Darm, wo sie natürlich dem Lumen zugekehrt sein würde. An dem

[1]) Tad. Garbowski, Über die Polarität des Seeigeleies. Bull. Cl. math.-nat. Acad. Sc. Cracovie, Juillet 1905.

leicht aufgetriebenen Endstücke machen sich Zellverschiebungen bemerkbar, die Darmwand wird dort unregelmäßig mehrschichtig, einzelne Zellen werden aus dem epithelialen Verbande herausgedrängt; inwiefern sie sich dabei aktiv oder passiv verhalten, läßt sich durch direkte Beobachtung schwer ermitteln. Allenfalls würde man erwarten, daß die Enchymzellen in das Innere des Außendarmes hineinwandern werden, weil die Innenfläche der Darmausstülpung die Außenfläche einer inversen Anlage abgeben müsste. Nichtsdestoweniger wird, wie Fig. 1 *a* lehrt, der gewöhnliche Abschnürungsmodus beibehalten und der Endknopf des Darmrüssels bedeckt sich maulbeerenartig mit runden, austretenden Zellen. Die Zellen sind glashell und von normaler Größe. Wie sonst in der Leibeshöhle werden auch hier manche von ihnen birnenförmig. Der Verband mit dem Endknopfe wird immer lockerer, nur dünne Plasmabrücken stellen den Zusammenhang, her, bis auch diese einreißen und die Zellen frei abfallen. Ihr weiteres Verhalten konnte ich unter Vergrößerungssystemen wie Zeiss D oder Leitz 7, mit welchen ich arbeitete, nicht mit voller Sicherheit verfolgen. Einige schienen mir eine gewisse Beweglichkeit zu zeigen und zwar nicht amoeboid, sondern zitterig, als ob sie mit Wimpern bekleidet wären. Als ich die einzelnen Objektträger der Reihe nach durchmusterte, waren sie zumeist nach kurzer Zeit an der ursprünglichen Stelle auch bei festgeklemmten Larven nicht mehr zu finden.

Der ganze Vorgang ist äußerst beachtenswert. Es zeigt sich, daß beim Auswandern der Enchymzellen die architektonischen Verhältnisse für die Richtung den Ausschlag geben. Die konvexe Seite des Darmrohres ist es, wo die geweblichen Elemente auseinandertreten. Man könnte hier an die Einwirkung einer durch den Prolaps veranlaßten Umkehrung der inneren Polarität in den Zellen denken. Dieser Annahme widerspricht indessen das Verhalten von anderen Enchymoblasten, welche umgekehrt in das Darmlumen gelangen und bald darauf das Endbläschen einen dichten Knäuel bildend erfüllen. Dies würde eher für das Walten der ursprünglichen „Polarität“ sprechen, sofern man die Erscheinung nicht mit anderen Auslösungsmomenten, wie mit chemotropischer Einwirkung der gallerterfüllten Leibeshöhle u. dgl. in Beziehung bringen wollte. Die Ungleichmäßigkeit im Auswandern der Zellen spricht jedenfalls dafür, daß bei abnormer

Darmanlage verschiedene morphogenetische Momente, die sonst zu gleicher Zeit eingreifen, in Widerstreit geraten und daß je nach der Lage der Zellen bald dieser, bald jener Faktor überwiegt.

Nicht minder lehrreich ist das Schicksal der in das Darminnere abgeschnürten Zellen.

Diese Zellen werden amöboid und trachten alsbald in die Körperblase selbst einzudringen. Da zu jener Zeit die Darmdifferenzierung bereits weiter fortgeschritten ist, die Darmwände stark verdickt und durch zunehmende Einschnürung der Darmbasis sich scharf von dem angrenzenden Körperepithel abheben, wird hierdurch das Darmlumen bedeutend eingeengt und kann nur zwei bis drei Zellen auf einmal durchgleiten lassen. Infolgedessen verlängern sich die einwandernden Enchymzellen zu schmalen, spindelförmigen Elementen, die sich zu Bündeln von fast faserigem Aussehen zusammenreihen und die enge Stelle passieren. Ähnliche Bilder sind übrigens aus Versuchen mit Lithiumkulturen bekannt geworden.

Kaum in die Körperhöhle gelangt, verwandeln sich die Zellen in reich verästelte und oft auffallend große Amöbocyten und zerstreuen sich nach allen Richtungen, wobei sie teilweise mittelst dünner Fortsätze mit einander in Verbindung verbleiben oder auch sich zu 2 oder 3 mit ihren ganzen Flächen aneinanderlegen und durch lange Plasmafäden an der Körperwand inserieren. Alle diese Vorgänge sollen in der detaillierten Publikation eingehend geschildert werden.

Zur Zeit der gastralen Mesenchymbildung macht sich an der Darmausstülpung noch eine andere, überaus charakteristische Differenzierung bemerkbar. Unter normalen Verhältnissen erfolgt eine Wendung des Darmrohres nach der zukünftigen Oralmulde des Pluteus, dem gegenwärtigen abschüssigen Vorderteile der sich prismatisch abkantenden Gastrula, herüber. Ein ganz ähnlicher Prozeß findet an dem Außendarme statt. An den meisten Exemplaren machte sich zwischen der 30—33 Stunde eine ausgesprochene Krümmung bemerkbar und zwar genau oder meistens genau in normaler Richtung. Wie dies Fig. 1 *a* veranschaulicht, wo die Vorderseite des Larvenkörpers zu drei Vierteln nach oben gekehrt ist, würde sich der charakteristisch gebogene Darm, wenn er im Sinne typischer Gastralentwickelung umgestülpt werden würde, mit seiner Endkuppe gegen die Oralwand überbiegen.

Auch diese Erscheinung ist von hohem analytischen Werte. Sie

liefert uns einen direkten Beweis dafür, daß sich die Darmanlage gleichmäßig verhält, mag Enstülpung oder Ausstülpung eingetreten sein; mit anderen Worten, daß die tropischen Wachstumspotenzen der Darmzellen von ihrer Umgebung, ob Leibeshöhle, ob Außenwelt, nicht direkt abhängen. Besonderes Interesse gewinnt diese Tatsache angesichts der Annahmen der Reizphysiologie. Wir sehen also daß die Überbiegung und überhaupt das Hineinwachsen des Darmrohres gegen die animale Körperwand nicht durch etwaige chemotropische Einwirkung des gegenüberliegenden Epithels herbeigeführt wird, sondern daß der Darm selbst die Bedingungen für seine fortschreitende Differenzierung besitzt.

Am nächsten Morgen, d. 10. gegen 5^{h}, als die Larven ein Alter von 44—45 Stunden erreicht hatten, war bereits die Ausgestaltung der Pluteusform in vollem Gange begriffen. Normale und exogastrale Larven waren ihrer Grundform nach noch immer ausgesprochen prismatisch, zumal die verdickten Körperstäbe oder Scheitelstäbe der Skelettanlage in auffallend weitem Abstande die Scheitelleiste berühren, und besaßen auch durchschnittlich die nämliche Größe. Rings um die Oralmulde war jedoch das Epithel bereits zu einer breiten, wenn auch noch nicht vollständig scharf abgegrenzten Vibrisse (Wimperschnur) verdichtet und in 4 Armfortsätze ausgezogen (vgl. Fig. 3 *a*, *b*). Wie es nicht anders zu erwarten war, zeigte sich in der Skelettentwickelung sowie in der Ausbildung der Arme absolute Regelmäßigkeit; unter den Scolexlarven, welche überhaupt dieses Stadium bereits erreichen konnten, war in dieser Hinsicht keine einzige Ausnahme zu finden.

Daraus ergibt sich nun, daß nicht nur die Anlage und die erste Gruppierung des Enchymmaterials, sondern auch die weitere Ausbildung seiner Derivate, namentlich was die Wachstumsverhältnisse anbelangt, in gar keiner Beziehung zur Ausgestaltung der Darmanlage stehen.

Dazu kommt der wichtige Umstand, daß die Pigmentierung ebenfalls sowohl in normalen Larven als in solchen mit Außendarm die gleiche geworden war. In beiderlei Typen waren die Chromatophoren verhältnismäßig sehr zahlreich und sehr umfangreich, zum größten Teil stark verästelt und lebhaft fuchsrot. Die für spätere Plutei so charakteristische Anhäufung der Pigmentzellen am Scheitel und am Ende der Armfortsätze war noch wenig ausgeprägt.

Der Außendarm hat inzwischen ziemlich weitgehende Veränderungen erfahren. Er schien vor allem kürzer und gedrungener geworden zu sein. Die Zellen des Darmepithels standen recht dicht nebeneinander, so daß die Oberfläche des Darmes leicht runzelig

a Fig. 3 *b*

erschien. Auch die Bewimperung war — offensichtlich infolge dieser Verdichtung — weit leichter zu sehen als am Vortage. Im Inneren konnte ich keine Wimpern nachweisen. Hingegen war das Lumen bei vielen Exemplaren von zahlreichen, kleinen Zellen eingenommen, die zu größeren Knäueln geballt waren und durch faserige Plasmabrücken miteinander in Verbindung standen. Entweder war es pathologisch überschüssiges Enchymmaterial, welches von der terminalen Darmkappe herstammte, oder aber könnte es sich auch um einzelne Darmzellen handeln, die bei erfolgender Zusammenziehung der Gastralausstülpung aus dem Epithelialverbande gegen das Lumen herausgedrängt worden waren. Zuweilen drangen Gruppen derartiger Zellen in die Leibeshöhle selbst hinein, wo sie in Gestalt von gedrungenen oder spindelförmig auseinandergezogenen Nestern zu sehen waren, scheinbar ohne anderweitige Verbindungen mit den benachbarten Gewebselementen. Wie ich mich durch direkte Beobachtung in Zwischenräumen von etwa 30 Minuten an einigen Larven überzeugen konnte, waren diese Zellen in weiterer, allmählicher Umbildung begriffen; so zerfiel nach etwa 3 Stunden

eine spindelförmige Gruppe in zwei Nester, die nachher immer undurchsichtiger wurden und wahrscheinlich unter Resorption seitens der angrenzenden Teile nach und nach degenerierten. Auch einzelne kleine, kugelige Chromatophoren waren unter diesen Zellen zu bemerken. Alles dies geschah in der Zeit von der 46. bis zur 52. Stunde der Entwickelung.

Bedeutende Unterschiede zeigte die Gliederung des Darmfortsatzes in die der Normalentwickelung entsprechenden Abschnitte. Die einen waren in der Mitte bloß leicht eingeschnürt, die anderen teilten sich in 2 ungleich große Abschnitte, von denen der distale bedeutend kleiner als der etwas aufgeblähte proximale auszufallen pflegte. Mitunter war der distale Teil noch vor der fast zu gleicher Zeit einsetzenden Rückbildung von vornherein so klein angelegt worden, daß er kein freies Lumen enthalten haben dürfte. Übrigens war das Lumen des proximalen Abschnittes fast immer durch fortschreitende Einschnürung von dem Endstücke vollständig abgesondert. Es ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, daß der Endabschnitt mit dem Vasoperitonealbläschen zu homologisieren wäre, während das Hauptstück dem Vordarme + Magendarm entsprechen würde. Eine Differenzierung in einen Hauptdarm und Vordarm konnte ich an keiner Larve bemerken. Hingegen war in den Mittagsstunden desselben Tages an einigen Darmfortsätzen eine scharf einschneidende Gliederung zu sehen; das kurze Basalstück war wohl infolge der Einschnürung fast kugelig aufgebläht und wäre zweifelsohne als Enddarm zu deuten.

Sämtliche Darmfortsätze, bei denen sich keine Anzeichen einer versuchten Rückeinstülpung einstellten, waren auch an der Basis von der Analwand der Larve immer stärker abgeschnürt, so daß im Laufe des Tages jede Verbindung zwischen der Darmhöhle und der Leibeshöhle aufgehoben wurde. Mit jeder Stunde traten auch die Rückbildungserscheinungen am Endknopfe deutlicher zutage. Dieses ganze Stück wurde trübe, undurchsichtig, die einzelnen Zellen begannen zu zerbröckeln, so daß das Plasma in Form von detritusartigen Körnchen abgestoßen und durch die Strömungen während des Umherschwimmens der Larven abgestreift wurde.

Bei vielen Larven hat sich im Umkreise des Darmansatzes eine ziemlich tiefe, grübchenförmige Einsenkung ausgebildet, die sich besonders an optischen Querschnitten deutlich beobachten ließ und auch an Fig. 3 *a* zu sehen ist.

Etwa ein Drittel exogastraler Larven hat indessen an demselben Tage, wie bereits erwähnt wurde, einen anderen Entwickelungsweg eingeschlagen. Der Organismus hat offenbar den Versuch getan, die Ausstülpung rückgängig zu machen und das Darmrohr nachträglich einzustülpen. Hier war der Ansatz des Darmes stark erweitert und das proximale Stück tatsächlich zum großen Teil eingestülpt. Diese Erscheinung konnte sowohl an noch ungegliederten Darmanhängen, als an bereits zwei bis dreiteiligen Außendärmen wahrgenommen werden. Im ersteren Fall ging der Prozeß augenscheinlich ohne erhebliche Schwierigkeiten vor sich. In dem anderen gelang es der Larve niemals — es möge hier diese unerlaubt bildliche Ausdrucksweise nachgesehen werden — das Darmrohr vollständig umzuwenden; stets blieb das mutmaßliche Enterohydrocoelstück, wohl infolge seiner Gedrungenheit, außerhalb der Körperwand stecken und bildete gewissermaßen einen pfropfartigen Verschluß der Einstülpungsöffnung. Alle Einzelheiten dieser interessanten Vorgänge müssen der ausführlichen Publikation vorbehalten bleiben.

Am 11. Juli, dem vierten Entwickelungstage, waren die bereits 75-stündigen Plutei in bezug auf die spezifischen Charaktere der Körperproportionen und des Skelletts völlig entwickelt und neuerlich stark gewachsen. Die darmlosen hielten gleichen Schritt mit den Darmtieren (vgl. Fig. 4 *a* und *b*). Dort, wo der Darm ausgestülpt blieb und sich an der Basis stark eingeschnürt hat, war er zu einem unscheinbaren und undurchsichtigen Anhang zusammengeschrumpft; die tagsvorher entstandene Einsenkung um die Ansatzstelle des Darmes herum war wieder meistens vollständig ausgeglichen. Wo sich der bereits früher zusammengezogene Darmanhang sekundär einzustülpen vermochte, war er ebenfalls etwa um die Hälfte kürzer geworden (Fig. 4 *a*); die innere Wimperbekleidung hat hingegen zugenommen und der aus der Einstülpungsöffnung herauswehende Schopf langer Wimperhaare war ohne Schwierigkeit in situ nachzuweisen. Das Darmepithel zeigte sonst auch hier deutliche Spuren von Rückbildung. Nach Zusatz von Neutralrot wurde es sehr bald tief dunkelrot.

Behufs weiterer Aufzucht wurden die schönsten und interessantesten Exemplare mit je einem Darmpluteus als Zeugen in gesonderten Behältern von ungefähr 150 ccm aufbewahrt. Das Wasser wurde zunächst zweimal, sodann einmal täglich gewechselt und die

Plutei bei mittlerer Vergrößerung untersucht. Die Behälter wurden wo möglich in großen Küvetten mit fließendem Wasser gehalten.

Das neu aufgetretene Organ, dessen Ausbildung in hohem Grade überraschen mußte, war die Mundanlage. Bei

a Fig. 4. *b*

sämtlichen Larven, mochte der Darmansatz vollständig heraushängen bleiben oder sich nachträglich eingestülpt haben, entstand genau zu derselben Zeit, wie bei normalen Tieren, in der normalen Gegend des Mundfeldes eine ektodermale Stomodaealeinsenkung, deren oberer und unterer Rand als charakteristische Lippen aufgeworfen und der Boden dem hinübergebogenen Ende des Vorderdarmes entgegengestreckt wurde und mit ihm verwuchs, worauf die Oesophagealöffnung zum Durchbruch gelangte.

Wie man nun aus der beiliegenden Fig. 4 ersehen kann, ent-

wickelt sich die Mundeinstülpung bei Abwesenheit des Entodermschlauches bis ins einzelne normal; nicht nur die Gestalt und Größe, sondern auch die histologischen Elemente zeigen keine Abweichungen. Die Bewegungen und rhythmischen Kontraktionen des Organes bleiben ebenfalls unverändert. Der typische, reiche Wimperbesatz strudelt unablässig Wasser herbei und kleine Körper, Infusorien, Detrituskörnchen, sowie einzellige Algen, deren ich mich oft, dank der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Hérouard, zur Fütterung der Larven bediente, wurden wie von den Darmlarven aufgefangen.

Die merkwürdige Tatsache der Mundbildung bei Abwesenheit des Darmes ist selbstverständlich von großer Tragweite und wohl noch wichtiger als die erwiesene Unabhängigkeit des Enchymgewebes samt Derivaten von der Gastrulation. Denn dort handelt es sich um Gewebskomplexe und Gebilde, für deren Funktionen keine unmittelbaren Berührungspunkte aufzufinden sind. Hier aber sehen wir vor uns ein Organ, welches sich lediglich als Vervollständigung eines anderen, bereits vorgebildeten aus benachbartem Epithelmaterial herausdifferenziert Derartige morphogenetischen Vorgänge, die auf Anlage von Ausführungsgängen durch Hauteinstülpung beruhen, sind in der Embryonalentwickelung der Tiere allgemein verbreitet. Man pflegt sie denn auch im allgemeinen durch Reize zu erklären, welche von den genäherten Flächen des herangerückten Organes ausgehen und Wachstumserscheinungen in dem betroffenen Epithel auslösen. Indessen erweist es sich hier, daß selbst Differenzierungen dieser Art aus dem betreffenden Zellmaterial selbst heraus zustande kommen können, und daß dadurch den auf morphogenetische Reizphysiologie gestützten Hypothesen auf einmal der Boden entzogen wird.

Von nun an ging die endgiltige Rückbildung des Darmansatzes rasch vor sich. Am fünften Tage war das Darmrohr bis auf eine dunkle Zellenrosette verschwunden. Auch wenn der Darm nach außen heraushing, pflegte dieser Gewebsrest in das Innere der Larve einzusinken, wo er früher oder später vollständig aufgebraucht wurde, so daß nur noch eine geringfügige Narbe die Stelle der Darmbasis markierte.

Die völlig „entodermlosen“ Plutei entwickelten sich unbehindert weiter. Sie wuchsen in demselben Maße wie normale Tiere, welche Nahrung zu sich nehmen konnten und auch

wirklich aufnahmen, wie die oft vorgenommene Durchmusterung des Mageninhaltes zeigte. Wir können also schließen, daß die Größenzunahme in jenen Stadien lediglich auf Wasseraufnahme zurükzuführen ist. Je größer ein darmloser Pluteus wird, umso befremdender wirkt der Anblick seines, vom Skelettgerüste und etlichen Bindegewebszellen abgesehen, völlig leeren Körpers, da natürlicherweise außer dem Ernährungssystem auch die Coelomanlage und das Hydrocoel fehlen. Umso mehr fällt andrerseits die zwecklose Mundbildung auf.

Fig. 5.

Nach 8 Tagen begannen sich die ersten Anzeichen der Degeneration einzustellen. Die Plutei waren zwar durchschnittlich ebenso groß wie die normalen, sie wurden jedoch merklich magerer, die Körperwand fing an einzufallen, die Skelettstäbe ragten eckig hervor und an einzelnen Armspitzen war allmählich Involution nachzuweisen.

Das letzte Entwickelungsstadium, welches erreicht werden konnte, ist in Fig. 5 vorgeführt. Nach dem 20. Juli waren die letzten Stücke abgestorben Es gingen freilich auch von den Zeugen viele Exemplare zugrunde. Es mag nicht unerwähnt bleiben, daß der Tot der Plutei wenigstens zum Teil durch die häufigen Insulte beschleunigt wurde, denen die Objekte bei Herausnahme behufs mikroskopischer Untersuchung ausgesetzt waren, nicht zuletzt aber durch den Versuch, die Tiere mit Karminkörnchen und mit Neutralrot zu füttern.

Um Vergleichsmaterial zu gewinnen, habe ich es nicht unterlassen, Versuche mit künstlicher Exogastrulation anzustellen. Als

Versuchsobjekte dienten normal befruchtete Eier von *Par. lividus* und *Echinus esculentus,* sowie folgende Kombinationen:

$$\frac{\textit{Echinus esculentus}\ ♂}{\textit{Paracentrotus lividus}\ ♀},\quad \frac{\textit{Echinus esculentus}\ ♂}{\textit{Parechinus miliaris}\ ♀}\ \text{und}\quad \frac{\textit{Paracentrotus lividus}\ ♂}{\textit{Echinus esculentus}\ ♀}.$$

Als Reizmittel stand mir Lithiumbromid zur Verfügung, von dem ich nach Herbst's Angaben eine 3·7 % Lösung bereitete und 3 ccm auf 97 ccm Seewasser hinzusetzte. Dies geschah entweder unmittelbar nach der Befruchtung [1]) oder erst am 2—8 zelligen Furchungsstadium. Die Larven wurden entweder ständig in der Li Br-Lösung belassen oder nach erfolgter Exogastrulation in reines Wasser übertragen.

Die Versuche ergaben wohl sämtliche teratologische Larvenformen, die von Herbst in mehreren Publikationen eingehend beschrieben und abgebildet wurden. Oft entstand am Ende der ausgestülpten Darmblase eine nachträgliche Darmeinstülpung, die bis in den eigentlichen Larvenkörper hineinragen konnte, doch niemals schlugen die durchaus pathologischen Larven die normale Entwickelungsbahn ein. Der große Unterschied zwischen dieser künstlichen und jener natürlichen Exogastrulation zeigte sich deutlich bereits bei der Enchymbildung, die bei Lithiumeinwirkung fast immer stark hypertrophisch ausfällt. Es mögen hier noch zwei Plutealformen von *Ech. esculentus* aus Lithium vorgeführt werden (Fig. 6 *a*, *b*), um zu zeigen, wie tief und durchgreifend das Lithiumsalz auf die Gewebe der Larven einwirkt. In beiden Exemplaren, die

[1]) Bei dieser Gelegenheit will ich eine Erfahrung nicht unerwähnt lassen, die ich mit der Einwirkung von Li Br auf den Verlauf des Befruchtungsprozesses gemacht habe. Die eigentliche Zeit für die Fortpflanzung war bei *Ech. esculentus* schon längst vorüber und die in den Eierstöcken noch vorhandenen Eier wollten sich nicht recht befruchten lassen. Auch dann, wenn es gelang — z. B. am 12. Juli — etwa 98 % zu befruchten, ging die Furchung unregelmäßig vor sich, und die meisten Keime starben im Stadium einer Sterroblastula in den Eihüllen ab. Bei Zusatz von Li Br gelang nun die Befruchtung in den meisten Fällen; die Eier wurden sofort sorgfältig ausgewaschen und entwickelten sich zu normalen Plutei.

nach 60 Stunden gezeichnet wurden, macht sich namentlich in der annähernd symmetrischen Ausbildung des Skeletts der Körperbau eines Pluteus erkennbar, doch sind auch hier die Unregelmäßigkeiten und Funktionsstörungen in den Geweben so groß, daß auch

Fig. 6.

diese Stücke als durchaus pathologische Organisationen mit den beschriebenen darmlosen Hybriden gar nicht verglichen werden können.

Auch andere Stoffe und Faktoren, welche die Exogastrulation

künstlich auszulösen vermögen, ergeben keine besseren Resultate, so z. B. Natrium butyricum [1]), welches eine Darmausstülpung auch dann veranlaßt, wenn die Objekte noch vor der Gastrulation in gewöhnliches Seewasser zurückversetzt werden, oder die Entfernung von Magnesium [2]), die nachträglich eine Ausstülpung des bereits embolisch angelegten Darmes herbeiführen kann. Der letztere Prozeß wird indessen von Herbst (l. c. p. 465) unrichtig der sonstigen Exogastrulation gleichgestellt, da es sich hier eben um sekundäres Schicksal einer Organanlage handelt, die in normaler Richtung zustande gekommen ist. Da auch Temperaturerhöhung und andere experimentelle Eingriffe von ähnlichen Folgeerscheinungen begleitet werden können, so müssen wir zu der Überzeugung kommen, daß in keinem einzigen Falle der Einfluß der herbeigeführten Veränderung des Mediums spezifisch auf die Beschaffenheit der Darmzellen eingeschränkt bleiben kann. Es werden allgemeine Störungen in der Physiologie des Furchungsmateriales hervorgerufen, deren Begleiterscheinungen sich auch auf den Darm erstrecken, wobei nicht nur die Richtung des Darmrohres verändert wird, sondern auch die Beschaffenheit der Enteroblasten selbst: ist ja bei künstlichen Exogastrulae auch der histologische Charakter des Darmepithels völlig verändert. Es leuchtet folglich ein, daß die Ergebnisse derartiger Versuche keinen analytischen Erklärungswert für normale Zusammenhänge der Keimteile besitzen können, wie wir ihn ohne den bei natürlicher Exogastrulation an gesunden Keimen festgestellten Verhältnissen zugestehen mußten. So ist durchaus willkürlich und unanalytisch der Schluß Herbst's — um nur ein Beispiel anzuführen — daß die Exogastrulation deshalb erfolge, weil durch die Lithiumsalze die richtenden Kräfte, welche bei Einstülpung der durch animales Körperepithel „angelockten" Darmanlage in Wirksamkeit treten, verlagert werden.

Merkwürdigerweise habe ich um dieselbe Zeit in Roscoff einen anderen Fall natürlicher Exogastrulation studieren können und zwar an künstlich parthenogenetischen, durch Einwirkung von CO_2

[1]) Curt Herbst, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwickelung der Tiere. III—VI. Teil. Archiv f. Entw.-Mech. Bd. II, 1896.

[2]) C. Herbst, Über die zur Entwickelung der Seeigellarven notwendigen anorganischen Stoffe, ihre Rolle und ihre Vertretbarkeit. III. Teil. Archiv f. Entw. Mech. Bd. XVII, 1904.

entwickelten Larven von *Asterias glacialis*. Die künstliche Entwikkelung wurde am 12. Juli durch den Laboranten für Herrn Prof. Delage eingeleitet. Als ich um Besichtigung des jungen Zuchtmateriales ersucht wurde, fand ich abermals fast die Hälfte der Larven im Scolexstadium. Die Weiterzucht hat jedoch entweder pathologische Organismen ergeben oder aber es entstand, wie bei vielen Lithiumlarven, am Ende der Vorstülpung eine nachträgliche Einsenkung des Endknopfes und der nach und nach invaginierte Darm konnte schließlich eine ganz normale Gestalt und Ausdehnung gewinnen.

Indem wir bezüglich der allgemeinen Schlußfolgerungen über die sogen. Selbstdifferenzierung und abhängige Differenzierung auf die ausführliche Arbeit verweisen, möchten wir noch bemerken, daß die Entstehung ganz „normaler" Plutei ohne Entoderm, wie sie hier beschrieben wurde, nicht zu selten unter natürlichen oder experimentell veränderten Bedingungen vorkommen dürfte. So habe ich jüngst in einer pharmakologischen Abhandlung [1]) die Notiz gefunden, daß bei Experimenten mit *Par. lividus* in Villefranche-sur-mer unter Einwirkung „von Harnstofflösungen von stärkerer Konzentration des öfteren Exogastrulae" entwickelt wurden; „Exoplutei nur äußert selten".

Auf meine briefliche Anfrage hatte der Verfasser die Freundlichkeit, mir näheres mitzuteilen und Skizzen von Exogastrulae zu senden. Es waren 1 % Harnstofflösungen. Die Larven zeigten eine fast kugelige Gestalt, mit regelmäßig gestellten Dreistrahlern und einigen Pigmentzellen unter dem Epithel; die Darmausstülpung war lang, regelmäßig und in der Mitte leicht eingeschnürt. Exoplutei hat Herr Fühner „nur in sehr vereinzelten Exemplaren beobachtet". So viel er sich zu erinnern weiß, war ihre „äußere Form völlig normal bis auf den Prolaps des Darmes".

Aus dem Laboratoire Lacaze-Duthiers in Roscoff, Bretagnel.

[1]) Hermann Fühner, Pharmakologische Studien an Seeigeleiern. Der Wirkungsgrad der Alkohole. Archiv für exper. Pathologie und Pharmakologie. Bd 52, 1904.

48. M. TAD. GARBOWSKI. **O biegunowości jaja jeżowców.** *(Über die Polarität des Seeigeleies). (Sur la polarité de l'oeuf des oursins).* Mémoire présenté par M. K. Kostanecki m. t. à la séance du 10. Juillet 1905. (Planche XVII.)

Selenka, der die Entwickelung des *Paracentrotus lividus* (Lmk)[1]) und *Parechinus microtuberculatus* (Blv.) bereits 1881 nach Skizzen von Hatschek in Triest und nachher in Villefranche-sur-mer bei Nice studiert hatte, hat als erster den Versuch gemacht, die Richtungsachsen der Larve auf früheste Furchungsstadien und auf die Eiachse zurückzuführen. Er konnte sich überzeugen, daß die Längsachse der Gastrula mit der Eiachse meistens zusammenfällt und daß die polare Differenzierung der Furchung von dem Ausstoßungsorte der Polocyten (Richtungskörperchen) abhängig ist (20, p. 41). Er hat auch die für *Parac. lividus* charakteristische ringförmige Pigmentierung beobachtet, die schon am ungefurchten Ei als äquatorialer Gürtel auftritt und sich während der Furchung erhält, wobei sie nicht genau im Äquator des Eies liegt, sondern gegen den Pol mit der Mikromerenrosette verschoben erscheint. Irrtümlicherweise hielt er diesen Pol für den animalen. Da der Pigmentring nur an Eiern der südfranzösischen *Paracentrotus*rasse auftritt und die zahlreichen entwickelungsmechanischen Experimente mit Seeigeleiern zumeist in anderen Gegenden ausgeführt wurden, so gerieten seine Angaben über die Pigmentierung in Vergessenheit, und in Ermangelung eines anderen sicheren Merkmales konnte man die falsche Orientierung der Furchungspole bis in die letzten Jahre nicht richtigstellen.

Erst 1901 hat Boveri in Villefranche den Pigmentring wiedergefunden und mit Hilfe dieses Anhaltspunktes die Mikromerengruppe als vegetative Anlage des blastulären Mesenchyms erkannt. Es hat sich gezeigt, daß die Mikromeren an dem den Richtungskörperchen entgegengesetzten Eipole abgeschnürt werden, während die für den Annelliden- und Molluskenkeim so charakteristische Kreuzfigur der Mikromeren der ektodermalen, animalen Hälfte angehört.

Die diesbezüglichen Publikationen Boveri's (1, 2) sind in der

[1]) Trotz den grundlegenden systematischen Arbeiten Th: Mortensen's wird von den Autoren die Art *lividus* Lmk. stets als *Strongylocentrotus* angeführt. Tatsächlich aber ist die Brandt'sche Gattung *Strongylocentrotus* in der europäischen Fauna gar nicht vertreten. Für den generisch verschiedenen *lividus* hat Mortensen die Gattung *Paracentrotus* aufgestellt.

embryologischen Literatur rasch und allgemein bekannt geworden. Die Zusammensetzung des *Lividus*eies aus pigmentierten und farblosen Schichten, die sich noch am Blastulastadium nachweisen lassen, bot einen greifbaren Beweis für die Polarität des Seeigeleies welches man namentlich auf Grund von experimentellen Untersuchungen über die Furchung von Fragmenten (Driesch), für eine anaxone, isotrope Zelle zu halten pflegte. Man hat denn auch die am *Lividus*ei beobachteten Verhältnisse bald verallgemeinert und auf sämtliche Tiereier bezogen. Nach Boveri (1, p. 150) ist der Verlauf der Furchung durch die senkrecht zur Eiachse geschichteten Zonen des Ooplasmas bedingt, die den larvalen „Primitivorganen" entsprechen; die vegetative farblose Kappe liefere das primäre Enchym (samt Skleroblasten), die pigmentierte Zone bilde den Darm und seine Derivate, die obere, unpigmentierte Eihälfte liefere den Ektoblast oder die Larvenhaut. In allgemeiner Fassung würde der Satz dahin lauten, daß jedes Primitivorgan der Larve einer besonderen Eischichte entspricht, daß also die Furchung als Mosaikarbeit im alten Sinne dieses Begriffes aufzufassen ist.

Indessen haben meine Furchungsstudien an künstlich parthenogenetischen Asterideneiern (11, 13) zu Ergebnissen geführt, welche im Gegensatze zu den Schlußfolgerungen Boveri's eher die früheren Ansichten Driesch's über den Bau des Seeigeleies bestätigen würden. Die Oocyte von *Asterias* verhält sich wie eine anaxone Zelle und die Polkörperchen etablieren keine Polarität der Oocyte (13, p. 830, Punkt C und D). Nachdem mir meine Untersuchungen über die Entwickelung von diffus gefärbten *Paracentrotus*eiern in Neapel, Sizilien und in der Bretagne diesbezüglich keine Aufklärung geben konnten, ging ich selbst im Frühjahre 1904 nach Villefranche $^{s}/_{m}$, um die polare Eischichtung zu sehen und die in der Furchung von Seeigeln und Asteriden zutagetretenden Gegensätze verstehen zu lernen.

Das reichhaltige Entwickelungsmaterial, welches ich der großen Liebenswürdigkeit des Herrn Michael v. Dawidoff zu verdanken habe, hat es mir ermöglicht, diese Aufgabe von grundlegender Bedeutung in mancher Hinsicht zu lösen. Indem ich die exakten Angaben Boveri's über die Lage des Pigmentringes bestätigen kann, habe ich auf Grund neuer und auf spätere Larvenstadien erweiterter Beobachtungen die Schlußfolgerungen des genannten Forschers teils zu

vervollständigen, teils abzuändern. In weiterer Folge müssen auch die Anschauungen über die Polarität des Metazoeneies im allgemeinen mehrfache und prinzipielle Modifikationen erleiden.

I. Über des Verhältnis des Pigmentringes zu der Eiachse und seine Bedeutung.

Bis auf ein ganz ungefärbtes Stück, besaßen sämtliche von Boveri in Villefranche untersuchten Eier (von etwa 50 ♀♀) einen Pigmentring. Auch ich konnte ihn in den meisten Fällen nachweisen, doch sah ich unter Eiern von ein und demselben ♀ auch solche ohne Ring. Der Ring selbst tritt oft sehr undeutlich hervor; mitunter ist er nur bei stark verdunkeltem Sehfeld und bei schiefer Beleuchtung zu erkennen, besonders in späteren Furchungsstadien. Überhaupt bekam ich niemals eine so intensive Pigmentierung zu sehen wie auf den Figuren Boveri's; der rostrote Ton dürfte bei der lithographischen Reproduktion stark übertrieben worden sein.

Allenfalls muß man den Pigmentring als ein gewichtiges, entwikkelungsgeschichtliches Merkmal betrachten. Es empfiehlt sich daher in dieser Beziehung, zwei Rassen von *Par. lividus* zu unterscheiden und zwar die allgemein verbreitete var. *diffusa* und die lokale var. *rufocincta*, ähnlich wie man in bezug auf die Fragmentierung des Chromatins bei *Ascaris* eine var. *univalens* und var. *bivalens* unterscheidet. Unter den Eiern der Rasse *rufocincta* tritt var. *diffusa* in einzelnen Stücken mit gleichmäßig über des ganze Ei verteilten Pigmentkörnchen als Aberration vor. Dem gegenüber habe ich unter Tausenden von *Diffusa*-eiern, die ich bei morphogenetischen Untersuchungen nach und nach durchgemustert habe, kein einziges Exemplar der *rufocincta* gefunden, obschon Eier mit aberranter Lokalisation des Farbstoffes ziemlich häufig sind.

Wie ich aus eingehenden Furchungsprotokollen aus Roscoff, Neapel und Villefranche ersehe, stimmt die Embryonalentwickelung beider Rassen im Rhythmus und Tempo genau überein. Offenbar ist hierbei auch der Einfluß der Salinität des Wassers, die in der Bretagne merklich verschieden ist als im Mittelmeere, von untergeordneter Bedeutung.

Um den Reifungspol des Eies festzustellen, habe ich mich, nach der bequemen Methode Boveri's, einer Tuschelösung bedient, die den Polocytenkanal in der Gallerthülle sofort kenntlich macht. Nun

konnte ich mich überzeugen, daß die erste Furchungsebene in der Regel den animalen Eipol durchschneidet, wenn auch nicht immer, wie dies übrigens schon Selenka (19) für *Psammechinus*[1]) *variegatus* (Agass.) angegeben hat. Die Eiachse mit dem Abschnürungsorte der Polocyten fällt entweder in die Teilungsebene oder bildet mit ihr einen scharfen Winkel, wie dies für *Amphioxus* und viele Gasteropoden bekannt ist.

In allen beobachteten Fällen enthielt die erste Furchungsebene die Polarachse des Keimes. Die absolute Polarität des werdenden Organismus ist demnach von Anfang an von der Richtung der Reifungsteilungen abhängig. Die Verhältnisse liegen also anders als bei den Asteriden. Die bekannt gewordenen Ausnahmefälle, wo sich das Ei zuerst in eine animale und in eine vegetative Zelle aufteilte, sind als eine durch starke Pressung der Eizelle verursachte Anomalie aufzufassen, welche sekundäre Regulationsprozesse erforderlich macht.

Das meiste Interesse bot für mich naturgemäß das Verhalten des Pigmentringes und seine Beziehung zu der Furchung.

Sofern er in der Regel senkrecht zu der Eiachse verläuft, diese aber mit der Hauptachse des Keimes zusammenfällt, sieht man sich zu dem Schlusse gedrängt, daß der Pigmentring eine polare Schichtung des Eiinhaltes unmittelbar (wenn nicht kausal) zum Ausdruck bringt und inäquale Furchung, namentlich die Mikromerenbildung am vegetativen Pol veranlaßt. In diesem Sinne wurden tatsächlich die Befunde Boveri's verallgemeinert.

Seit Selenka (20) wissen wir, daß sich sämtliche Quadranten des 4-zelligen Stadiums gleichmäßig furchen und daß sich das 16-zellige Stadium aus einem 8-zelligen oberen, einem 4-zelligen unteren Blastomerenkranze und aus einer vegetativen 4-zelligen Mikromerenrosette zusammensetzt[2]). Da der Pigmentring in den

[1]) *Toxopneustes variegatus* auctorum.

[2]) Für einen beliebigen Quadranten N läßt sich nach der Wilson-Conklin'schen Zellennomenklatur, die ich auch für Echinodermen in Anwendung gebracht habe (12), die Zusammensetzung des Keimes durch folgende Formeln ausdrücken:

für das 16-zellige Stadium (4 Zellen im Quadrant): $\frac{N^{1\cdot 1} - N^{1\cdot 2}}{N^{2\cdot 1}}$;

$n^{2\cdot 2}$

unteren Kranz zu liegen kommt und bloß sein oberster Saum in die Zellen des animalen Kranzes gelangt, so würden schon an so frühen Furchungsstadien die pigmentierte und die unpigmentierten Zonen des Ooplasmas den drei „Primitivorganen“ der Larve, Darm Haut und Enchym mehr oder weniger genau entsprechen.

Es kommen indessen unter derart typischen Exemplaren vereinzelte aber durchaus nicht pathologische Eier vor, wo sich die Beziehungen der Furchungstektonik zu der Lage des Pigmentringes ganz anders gestalten. Besonders auffallende Abnormitäten wurden isoliert, und in 150 cc-hältigen Gläschen gezüchtet, und die Aufzucht völlig normaler und normal gefärbter Larven aus Keimen mit durchaus abweichender Pigmentierung hat den ebenso unerwarteten wie sicheren Beweis erbracht, daß der Pigmentring unmöglich eine polare Differenzierung des Ooplasmas ausdrücken könne, von welcher die Abschnürung verschieden gearteter Zellkränze abhängen würde; die betreffende Übereinstimmung sei vielmehr rein sekundärer Natur; ähnlich wie die Bilateralität des Keines von der Lage des Pigmentringes gar nicht abhängt, obwohl ihn die erste Furchungsebene in der Regel halbiert.

Von den erwähnten Fällen mögen hier nur drei besonders instruktive angeführt werden. Sie waren übrigens gar nicht zahlreich. Ihre Zahl ist jedoch belanglos. Weit häufiger begegnet man Eiern mit kleineren Abweichungen in der Bildung des Pigmentringes. Entweder sind seine Grenzen ganz verschwommen, oder er profiliert sich an einer oder an beiden Seiten unregelmäßig, oder endlich ist der Farbstoff in dem Ringe unregelmäßig verteilt und in einzelne Herde verdichtet.

Den in Fig. 1 vorgeführten Keim habe ich in der Phase der Mikromerenabschnürung aufgefunden und isoliert. Die Figur zeigt

für das 32-zellige Stadium: $\dfrac{\dfrac{N^{1\,1\cdot1} \quad N^{1\,2\cdot1}}{N^{1\,1\,2} \quad N^{1\,2\,2}} - \dfrac{}{}}{\dfrac{}{N^{2\,1\,1} \quad N^{2\,1\,2}}}$;

$n^{2\,2\,1}$

$n^{2\,2\,2}$

für ein 60-zelliges: $\dfrac{\dfrac{\dfrac{N^{1\cdot1\cdot1\cdot1} - N^{1\cdot1\cdot1\cdot2}}{N^{1\cdot1\cdot2\cdot1} - N^{1\cdot1\cdot2\cdot2}} - \dfrac{N^{1\,2\,1\,1} - N^{1\,2\,1\,2}}{N^{1\,2\,2\,1} \quad N^{1\,2\,2\,2}}}{\dfrac{N^{2\,1\,1\,1} - N^{2\,1\,1\,2}}{n^{2\,2\,1\,1} \quad n^{2\,2\,1\,2}} \quad \dfrac{N^{2\,1\,2\cdot1} - N^{2\,1\,2\,2}}{n^{2\,2\,2\,1} \quad n^{2\,2\,2\,2}}}$ u. s. f

den vegetativen Pol etwas seitwärts verschoben. Es ließ sich nicht mehr entscheiden, welche von den beiden vertikalen Furchungsebenen dieses 8-zelligen Stadiums die erste gewesen. Daß es die äquatoriale gewesen sein könnte, halte ich angesichts der regelmäßig erfolgten Mikromerenbildung für ausgeschlossen. Was hier unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt, ist der Umstand, daß die Rosette der Enchymoblasten zum Teil aus pigmentierten, zum Teil aus farblosem Plasma gebildet wird. Der weitere Furchungsverlauf war normal und in sämtlichen Quadranten gleichmäßig. Der Pigmentring umgürtete hier das Ei fast senkrecht, anstatt äquatorial.

In einem zweiten Keim, der in Fig. 3 auf 14-zelligem Stadium dargestellt ist, war der äquatorial orientierte Ring auf die animale Hemisphäre verschoben. Obwohl nun infolgedessen die oberen Blastomeren weit mehr Farbstoff erhalten haben als die unteren, nahm die Furchung dennoch ihren typischen Verlauf. Es ist vor allem zu beachten, daß die Mikromeren nicht größer ausgefallen sind als sonst. Dies beweist, daß die ungleiche Teilung des unteren Quartettes in große Enteroblasten und kleine Enchymoblasten gar nicht durch das quantitative Verhältnis der gefärbten und farblosen Zone in dem Zellplasma verursacht wird. Die nächste Teilung des animalen Kranzes hat ebenfalls keine Störung erlitten; die oberste Zellreiche ($N^{1.1.1}$ und $N^{1.2.1}$) entspricht in der Größe der unteren ($N^{1.1.2}$ — $N^{1.2.2}$) und enthält noch etwas Pigment.

Im dritten Falle wurde die Eizelle bereits vor der Furchung beobachtet. Das Pigment färbte die ganze untere Partie des Eies und der regelmäßige Rand der Pigmentcalotte war so deutlich wie bei einem scharf gezeichneten Ringe. Die erste Furche durchzog den gefärbten Pol und enthielt wahrscheinlich die Eiachse. Trotzdem nun die Mikromeren lediglich aus der ungefärbten Zone entstehen sollten, wurden sie auch hier, ungeachtet der starken Pigmentierung, in typischer Weise mit einiger Tendenz zu dexiotroper Spiralfurchung abgeschnürt (Fig. 5). Auf dem 60-zelligen Stadium (Fig. 6) war bereits eine 12-zellige Platte von Enchymoblasten ausgebildet. Die Konturen des Embryos waren anfänglich etwas unregelmäßig, die Larve hingegen völlig normal.

Mit diesen Befunden stimmen meine früheren Angaben (11) aus Neapel über Eier der var. *diffusa* mit nesterweise geballtem Pigment gut überein. Der Farbstoff blieb nämlich auch in späteren

Entwickelungsstadien auf jene Blastomeren beschränkt, die aus dem Quadranten mit dem Pigmentherde hervorgingen, und die Furchung verlief normal.

Ebenso wie mit der Polarität verhält sich die Sache mit der Bilateralität. Bilateralsymmetrie ist schon in den frühesten Stadien nachzuweisen. Vom 8-zelligen Stadium angefangen behält die Furchung nicht genau den radialen Typus. Die Mikromeren sind oft spiral verschoben, wobei 2 von ihnen inniger zusammenstoßen und eine kleine diagonale Polarfurche erzeugen (zwischen $a^{2\cdot 2}$ und $c^{2\cdot 2}$ auf Fig. 5), während die 2 anderen weiter auseinanderrücken (b und d). Die Folge davon ist, daß die Mikromerenrosette länglich wird, einen kleineren und einen größeren Durchmesser bekommt, was auch auf die Gestalt des angrenzenden Mikromerenkranzes nicht ohne Einfluß bleibt. Die animale Zellplatte wird noch deutlicher in die Länge gezogen und liefert mitunter ein Bild stark ausgeprägter Bilateralsymmetrie (vgl. 12, Fig. 4 a). Furchungsstadien mit gleichen Querachsen sind fast seltener. Ähnliches findet man auch bei anderen Tieren, z. B. bei der Furchung von *Amphioxus*. Bei Schnecken entwickelt sich Bilateralität stets aus spiraler Furchung. Es leuchtet ein, daß bei Tieren wie *Amphioxus*, deren Furchungsbilder in dieser Beziehung recht variabel sind, die Bilateralsymmetrie, ob mehr, ob weniger sichtbar, dem Keime stets im gleichen Maße zukommt. Stets wird schon mit dem 2-zelligen Stadium die Aufteilung des Ooplasmas in die rechte und linke Keimeshälfte durchgeführt. Diese Symmetrie hat aber mit der Lokalisation des Pigments nichts gemeinsam. Namentlich an Exemplaren der var. *diffusa*, an denen Unregelmäßigkeiten in der Pigmentverteilung zu bemerken waren, konnte ich niemals einen Zusammenhang derselben mit der ersten Furchungsebene feststellen.

Die erste Teilungsebene, und mit ihr die Symmetrieebene, scheint nach Beobachtungen, die sich hauptsächlich auf var. *diffusa* beziehen, nicht ausschließlich von der Penetrationsstelle des Samenkörperchens abzuhängen, wie dies aus den Befunden Wilson's und Mathew's (21) an amerikanischen Seeigeln und denen Roux's und Brachet's am Froschei zu schließen wäre. Roux hat kürzlich im Sinne seines „Selbstordnungsprinzips“ die Behauptung aufgestellt, daß in sämtlichen Tiereiern das Selbstordnungsvermögen

des Ooplasmas am Spermapfad aktiviert wird (17, p. 174). Dieses „Gesetz“ mag im allgemeinen seine Geltung haben. Wir glauben nämlich, daß das Zusammenfallen der Teilungsebene mit dem Meridiane der Penetration einfach als eine notwendige Folge der Teilungsmechanik aufzufassen ist. Die Centrosomen können sich nur in der Berührungsebene der Vorkerne, nicht aber etwa an den abgekehrten Seiten der Vorkerne aufstellen, zumal es sich hier um Derivate des Spermozentrums handelt. In weiterer Folge steht die erste Teilungsspindel senkrecht zu der Penetrationsebene und entscheidet über die Teilungsrichtung des zur Hemitomie prädisponierten Ooplasmas.

Deshalb ist es auch unrichtig oder mindestens überflüssig, die Fixierung der ersten Teilungsebene in die Kategorie der „epigenetic fenomena“ zu stellen, als im Vergleiche zu der Polarität des Keimes für sekundär zu halten. Das als mechanische Notwendigkeit stabilisierte Verhältnis der Symmetrieebene zu der Penetrations und Kopulationsebene kann nur in solchen Fällen nicht eingehalten werden, wo ihm die Qualität des Ooplasmas, Lokalisation gewisser apoplasmatischer Substanzen, auch individuelle, physiologische Zustände des Eies hindernd entgegenwirken. So werden uns z. B. jene Fälle, wo die erste Teilung das Ei in zwei ungleich große Zellen zerlegt, ohne weiteres verständlich.

Auch bei der Entwickelung des *Paracentrotus*eies gibt es Faktoren, welche die Norm des ursprünglichen Mechanismus verändern. Ich habe ziemlich viele Eier gesehen, deren Teilung unabhängig von dem Befruchtungsmeridian erfolgte. In Eiern, die nicht kugelrund sind, findet man oft die Spindel im Sinne der Hertwigschen Regel in den breitesten Querdurchmesser eingestellt. Bei der Einstellung derselben dürften verschiedene Einflüsse sekundärer, variabler Verhältnisse mitwirken. Jedenfalls müssen wir die vom Spermapfad abweichende Teilungsrichtung als sekundär betrachten, weil sich die Spindelachse des Befruchtungskernes erst umdrehen muß, damit eine derartige Teilung zustande kommen könnte. Bei *P. lividus* reicht offenbar selbst ein geringer Überschuß eines Nebenfaktors aus, um die primäre Teilungsmechanik abzuändern. Auch von den Froscheiern wissen wir, daß z. B. bei Zwangslage ein anderer Faktor als die Schwerkraft, überhandnehmen und über die Richtung der ersten Teilungsebene entscheiden kann. Beim Froschei sind indes die Verhältnisse insofern kom-

pliziert, als dann die mit der Symmetrieebene des Ooplasmas zusammenfallende definitive Symmetrie des Keimes, der ersten Furchungsebene nicht mehr entspricht. Auch der durch das eindringende Spermium auf das Ooplasma ausgeübte Reiz sollte stets mitberücksichtigt werden. Am Ort des Reizes wird das Ooplasma zur Durchschnürung prädisponiert, wie etwa eine Kugel sich in der Richtung des eingetriebenen Keiles spalten würde.

Angesichts der besprochenen Verhältnisse dürfen wir nun, auch ohne über direkte Beweise zu verfügen, behaupten, daß ähnlich wie bei der Festsetzung definitiver Polarität und Bilateralsymmetrie, auch bei der Fixierung des Vorne und des Hinten des Keimes, die Verteilung des Pigments ohne Einfluß bleibt.[1])

Aus all dem erhellt aber, daß die Bedeutung, die man dem Farbstoffgürtel bei var. *rufocincta* zuzuschreiben pflegt, in Wirklichkeit nicht bestehen kann. Der Pigmentgürtel ist nicht der Ausdruck besonderer morphogenetischer Schichten, welche den Verlauf der Furchung und die larvale Organbildung bedingen und leiten würden.

Es drängt sich nun die Frage auf, welche Rolle das Pigment in Furchungsprozessen und bei der Larvenentwickelung spielt.

In erster Linie müssen wir entscheiden, ob nicht das Pigment selbst zu jenen apoplasmatischen Stoffen gehört, deren Anwesenheit das Schicksal der von ihnen eingenommenen Blastomeren beeinflußt.

Eine solche Vermutung wäre gerechtfertigt, wenn der Farbstoff in einer organogenetisch abgrenzbaren Zone der Blastula konstant auftreten würde, namentlich in Enteroblasten. Die in den Fig. 1, 3 und 5 dargestellten Fälle belehrten uns, daß es nicht der Fall ist. Boveri selbst konnte sich davon ebenfalls überzeugen. Unter Tausenden von Eiern mit Ring hat er, wie bereits erwähnt wurde, ein völlig pigmentloses Exemplar angetroffen; und dieses ungefärbte Ei hat sich genau so wie meine aberranten Stücke normal abgefurcht. Außerdem hat Boveri die Entwickelung von Eifragmenten studiert und wahrscheinlich aus einem animalen Frag-

[1]) Nach Roux entscheidet beim Froschei ein geringer Überschuß des einen oder des anderen Faktors darüber, wo der vordere und wo der hintere Körperteil des Keimes angelegt werden soll.

ment mit schief angeschnittenem Pigmentringe eine normal gebildete Gastrula erhalten, bei welcher nur eine Seite des Darmes und ein Teil des anstoßenden Hautepithels pigmentiert waren (1. p. 159. § 10). Die Anwesenheit oder der Mangel des Pigmentes ist also für die Entstehung der „Primärorgane" aus den Blastulazellen ohne Belang. Bei der einfachen von Boveri angewendeten Methode war es ihm nicht möglich zu entscheiden, aus was für Bruchstücken und mit welcher Pigmentierung sich die Teillarven entwickelten. In Ermangelung positiver Gegenbeweise war er daher bemüht, von seinen Voraussetzungen wenigstens die eine aufrechtzuerhalten, daß die Enchymoblastenplatte lediglich aus dem pigmentlosen Bereiche ihren Ursprung nehmen kann; es kämen unter abgefurchten Fragmenten Stücke vor, die keine Mikromeren besitzen, und zwar deshalb nicht, weil sie den dazu nötigen Bereich nicht enthielten. Nun habe ich selbst bei *Paracentrotus* kein einziges mikromerenloses Furchungsbild gesehen, wie solche bei *Asterias* so häufig zu finden sind; doch kann ich auf zwei Tatsachen hinweisen, die die Ansicht Boveri's widerlegen. Erstens ist es der Fall auf Fig. 5 und 6, wo das Mikromerenplasma reichlich pigmentiert war. Zweitens, habe ich direkt unter dem Mikroskope einige Eier und einige vorblastuläre Keime äquatorial durchgeschnitten und feststellen können, daß sich die animalen Fragmente, die noch Partien des Pigmentgürtels enthielten, zu regelmäßigen Blastulae entwickelt haben, und daß die Enchymbildung normal vor sich gegangen ist, obgleich der Boden des Keimes nach Schluß der Wundränder Pigment mitführen mußte. Es wollte mir nicht glücken, die Eier so zu durchschneiden, daß in die animale Hälfte mit Sicherheit kein Pigment übergegangen wäre. Driesch gibt nun an, derartige Fragmente aber keine Gastrulae aus denselben erhalten zu haben. Trotzdem glaube ich nicht, daß dieses negative Ergebnis meine Folgerungen entkräften könnte. Der Grund lag wahrscheinlich in einer pathologischen Störung des Plasmazustandes oder eines der Faktoren, welche die Invagination bedingen.

Nachdem die Anwesenheit oder der Mangel von Pigment für die prospektive Bedeutung der Blastomeren ohne Belang ist, kann das Pigment selbst keinen morphogenetischen Stoff darstellen, von welchem nach Fischel die Dynamik der Furchung abhängen würde. Anhangsweise sei bemerkt, daß bei Vitalfärbung mit Neu-

tralrot der Pigmentring die Farbe nicht intensiver aufnimmt als die sonstigen Teile des Eies.

Meine Beobachtungen haben mich überzeugt, daß der Farbstoff zu Produkten gewisser physiologischer Prozesse in den Zellen gehört, daß er gebildet und verbraucht, beziehungsweise ausgeschieden wird, und daß ihn gewisse Zellen im Laufe der Entwickelung von neuem entstehen lassen, ähnlich wie er in den farblosen oder nur schwach gefärbten Ovocyten von neuem entsteht.

Zu diesem Zwecke habe ich die weitere Entwickelung der Keime und Larven genau verfolgt.[1]) Das Furchungstempo gesunder Eier bleibt das gleiche, mögen die Eier aus blassen oder dunkel korallenroten Gonaden herkommen, mag der Pigmentring deutlich und normal, oder verwaschen und verschwommen sein. Meistens verließen die Larven nach 12 Stunden die Eihülle; nach weiteren 12 Stunden zeigten sich die ersten Kalkablagerungen als kleinste Dreistrahler, die bereits nach 30 Minuten ihre Größe mehr als verdoppelten.

Boveri's Angaben über die Darmbildung sind schon von anderer Seite berichtigt worden. Die Einstülpung erstreckt sich bei weitem nicht auf die ganze Pigmentzone bis zum oberen Rande des Ringes. Sonst müßte sich ja die größere Hälfte der Blastula einstülpen, die animale Kappe müßte sich durch Zellvermehrung ungemein erweitern und die Gastrula müßte somit bedeutend größer werden als die Blastula. In Wirklichkeit ist das Umgekehrte der Fall. Die größere obere Zone des Ringes liegt nicht im Entoderm, sondern im ektodermalen Bereiche der Blastula.

Ein anderer theoretisch wichtiger Irrtum betrifft die Entwickelung des Enchyms. Nach Boveri wird der Zellverband der Enchymplatte gelockert und sämtliche Zellen derselben wandern in das Blastocoel als Enchym ein. Infolgedessen würde nachher der vegetative Pol von zusammengerückten Zellen des unteren Pigmentgür-

[1]) Nicht immer wollte mir in Villefranche $^{6}/_{10}$ die Weiterzucht gelingen. Namentlich mit der Zunahme der Wärme haben sich die Verhältnisse verschlimmert. Beispielweise in der Zucht vom 7. Mai furchten sich etwa 60% Eier unregelmäßig und starben ab. Am 9. Mai früh gelang die Befruchtung anscheinend vorzüglich (100%); die Furchung nahm jedoch sehr bald einen abnormen Verlauf und bis Abend war das ganze Material abgestorben.

telrandes eingenommen werden. Dem ist nicht so. In der Mikromerenplatte fehlt es nicht an Mitosen. Ihre stark vermehrten Zellen drücken sich und verdrängen gegenseitig aus dem epithelialen Verbande, so daß eine gewisse Zahl davon, welche für eine jede Seeigelart annähernd normiert ist, in den Gallertkern als „primäres Mesenchym" gelangt. Das blastuläre Enchym erschöpft die Zellenzahl der Mikromerenplatte keineswegs. Die vegetative, verdickte und zusammengedrängte Platte besteht weiter und wird von den embolierenden Epithelien gehoben, beziehungsweise sinkt sie ein, nunmehr als Abschlußplatte des Darmrohres. Nachdem sich der Darm hinlänglich ausgebildet und der gegenüberliegenden Ektodermwand genähert hat, geht das Auswandern der Enchymzellen aufs neue vor sich. Da es nun schwer ist, in der den Darm abschließenden traubenartigen Zellgruppe Mitosen zu finden, glaube ich, daß der Rest der ursprünglichen Enchymplatte als gastrales Enchym wirklich restlos auswandert. Daraus folgt, daß zwischen dem blastulären und dem gastralen Enchym tatsächlich kein genetischer Unterschied besteht: sie gehören nicht zwei verschiedenen „Keimblättern", das erstere dem Ektoderm, das zweite dem Entoderm an, sondern sie nehmen aus einer einheitlichen Blastomerengruppe ihren Ursprung. Gleichzeitig lernen wir den Unterschied in der Enchymzellenzahl bei einzelnen Seeigelarten verstehen. Er hängt davon ab, wie viele Zellen vor der Invagination und wie viele nach der Darmbildung in den Leibesraum auswandern. Die Zellenzahl des blastulären Enchyms hängt von dem Zeitpunkte ab, zu welchem die Gastrulation stattfindet. Der Gastrulationsvorgang verursacht aus Gründen, die sich nicht näher bestimmen lassen, einen Stillstand in der weiteren Bildung amöboider Zellen. Wir vermuten erstens, daß die Enchymoblastenzahl bei den meisten Seeigelarten die nämliche sein dürfte, zweitens, daß bei den meisten die Gastrulation erst dann einzusetzen pflegt, wenn der größere Teil der Zellen bereits ausgewandert ist; bei den meisten Arten dürfte das blastuläre Enchym etwas reichlicher als das gastrale angelegt werden. Da die Umstände, die die Gastrulation auslösen, individuellen Schwankungen unterworfen sein müssen, so müssen auch in der Zahl des primären Enchyms bei Larven von denselben Eltern geringe Differenzen

tatsächlich bestehen und nicht lediglich auf Ungenauigkeiten im Zählen zurückzuführen sein [1]).

Des weiteren müssen wir gegen die unserer Meinung nach unbegründete Auffassung des Enchymmaterials als eines Elementarorgans mit fest normiertem Entwickelungstermin Stellung nehmen (Driesch, 5). Es widerspricht einer derartigen Auffassung die Mannigfaltigkeit der physiologischen und organogenetischen Funktionen der Enchymzellen. Es handelt sich hier nicht, wie bei dem Darme, um Schaffung eines individualisierten Organs, sondern um Einführung in das Blastocoel von Zellmaterialien, die zur Anlage des Skeletts, des Konnektivgewebes, der Muskeln, der Exkretionsorgane u. s. w. nötig sind.

Die Zahl der blastulären Enchymzellen hat Boveri durchschnittlich mit 56 angegeben; wir können diese Durchschnittszahl gelten lassen. Das gastrale Enchym schätzt Schmidt (18) auf 32. Bei der Zählung ist es oft nicht leicht zu entscheiden, ob eine Wanderzelle der ersten oder der zweiten Partie des Enchyms angehört. Aus unmittelbarer Zählung bei jüngeren Stadien, sowie mittelbar aus der definitiven Pigmentierung der Plutei ergibt sich für gastrales Enchym die Zahl 45—50. Der Hauptunterschied zwischen dem „primären" und dem „sekundären" Enchym besteht nach Boveri darin, daß das erstere farblos ist, das zweite pigmentiert. Sowohl bei var. *ruffocincta* als bei var. *diffusa* ist aber dieses Merkmal weder konstant noch absolut. Mehrmals, besonders in Roscoff, sah ich be-

[1]) Diese, wie wir zeigten, so einfachen und durchsichtigen Verhältnisse der Enchymoblasten und Enteroblasten bei Seeigeln bieten uns nützliche Anhaltspunkte zur phylogenetischen Beurteilung betreffender Anlagen bei der Mosaikfurchung der Annelliden- und Molluskeneier, wo die Deszendenten der Urmesodermzellen der Hauptsache nach das Enchym und seine Derivate zu liefern haben, zum Teil aber sich am Ausbau der Darmwände beteiligen. Die auffälligen Unterschiede in der Zahl der letzteren, „entomesodermalen" Elemente bei verschiedenen Formen haben einzelne Forscher zur Aufstellung einer phylogenetischen Entwickelungsreihe veranlaßt, von Polycladen bis zu Mollusken (Wilson). Nun dürften hier unabhängig von phylogenetischen Zusammenhängen höchst wahrscheinlich epigenetische Momente in Betracht kommen. Geringe (physiologische) Unterschiede im Verlaufe morphogenetischer Prozesse müssen, wie bei den Seeigeln, so auch hier zu quantitativen Unterschieden in der Verteilung des Furchungsmaterials führen. Auf diese Weise können unterschiedliche Entwicklungsnormen entstehen, die miteinander in der Wirklichkeit in vielerlei Richtung verkettet sind, während sie bei Bevorzugung eines einzigen Standpunktes leicht zu Trugschlüssen über einheitliche historische Verkettung Anlaß geben können.

reits in der Blastula schöne Chromatophoren. Andererseits sind die aus dem Darme auswandernden Amöbocyten oft sehr undeutlich oder gar nicht gefärbt (vgl. Boveri 2, Fig. 39 und 40). Dasselbe gilt von Neapler Larven. Die im Enchym auftretende Pigmentierung entspricht nämlich nicht der Furchung des korrespondierenden Bereiches des Ooplasmas.

Im Laufe der Entwickelung verändert sich die Färbung quantitativ und qualitativ. Erstens ist der frisch entstandene Darm zart gefärbt, stets zarter als der Pigmentring des Eies, obschon man erwarten würde, daß seine Färbung infolge der Einstülpung der Gürtelzone in Form eines engen Rohres intensiver sein wird. Zweitens ist der den Urmund umgebende Ektodermteil, wie es auch aus den Figuren Boveri's zu ersehen ist, farblos, obgleich er aus der oberen Gürtelzone hervorgeht. Drittens, beim Vergleich der stark rötlichen Prismalarven mit noch nicht ausgeschlüpften, blassen Blastulastadien, springt uns schon bei Lupenbesichtigung ein so großer Unterschied in die Augen, daß vom unmittelbaren Übergehen der Pigmentkörnchen aus dem Ei in die Larvenstadien keine Rede sein kann. Es gibt ferner unter den prismatischen Larven weitgehende Unterschiede in der Intensität der Färbung. Bei *diffusa*-Larven entsteht das Pigment mitunter recht spät und die Mehrzahl der Stücke verbleibt lange Zeit fast farblos. Endlich sind die ausgebildeten Plutei abermals viel intensiver gefärbt als die Prismalarven. Zahlreiche verästelte Amöbocyten füllen sich mit stark fuchsrotem Pigment, so daß die Plutei bei schwacher Vergrößerung orangerot erscheinen, trotzdem sie viel größer sind als die prismatischen Stadien [1]). Aber auch die im Laufe der Entwickelung auftretende, vorübergehende Trübung der Enchymplatte stimmt mit dem Verhalten der Pigmentierung gut überein.

Ausgebildete Chromatophoren sind nicht gleichmäßig gefärbt. Die einen enthalten nur wenige Pigmentkörperchen, die anderen sind mit denselben bis zur Undurchsichtigkeit beladen (Fig. 9, 10).

[1]) Nach Abschluß der vorliegenden Abhandlung finde ich in Driesch's „Betrachtungen über die Organisation des Eies und ihre Genese" (Arch. für Entw.-Mech., Bd. IV, 1896) auf S. 103 folgende Bemerkung über die Seeigellarven: „Sehr oft entstehen gerade stark gefärbte Larven aus ungefärbten Eiern und glashelle aus undurchsichtigen". Diese Beobachtung, die anläßlich ganz andere Ziele verfolgender Untersuchungen gemacht wurde, bestätigt in vollem Umfange die unsrigen.

Die Quantität und Qualität der Pigmentgranula steht in keiner Beziehung zur Größe der Chromatophoren.

Die Chromatophoren der Seeigellarven haben bis jetzt, der Zahl, der Größe und der Verteilung nach, nur wenig Beachtung gefunden. So weiß Mortensen (16), nach Quellenangaben, über die Färbung der *Paracentrotus*-Larve nichts weiter zu sagen, als daß sie zerstreute, rote Pigmentflecke besitzt. Die farbige Abbildung bei Fischel (8) ist schematisch und unverwendbar. Zwei junge Plutei aus Triest bei Herbst (14, Fig. 3, 4) besitzen beide merkwürdigerweise je 15 Chromatophoren und dürften ebenfalls schematisiert sein, da man sonst kaum annehmen kann, daß die Triester Plutei dreimal weniger Pigment führen sollten, als es sonst der Fall ist. Boveri (3) war einer der ersten, die ihre Aufmerksamkeit auf die Chromatophoren, deren Intensität und den Farbenton gelenkt haben; er fand, daß Plutei, die von demselben ♀ abstammen, ungefähr die gleiche Chromatophorenzahl besitzen.

Die Pigmentierung jener Plutei, die sich aus Eiern mit abnormer Lokalisation des Pigmentes entwickelt haben, war naturgemäß von entscheidender Bedeutung. Behufs genauer Untersuchung wurden die betreffenden Exemplare am fünften Tage nach der Befruchtung durch Formolzusatz abgetötet und mit gleichalterigen Stücken normaler Abstammung verglichen. Ein Blick auf die beigegebenen Skizzen (Fig. 2, 4 und 7) lehrt, daß die Pigmentierung der Larve die Färbungsabnormitäten des Eies und Keimes gar nicht erkennen läßt. Die Zahl der Pigmentzellen betrug 47, 46 und 51, gegen 49 bei dem zufällig zur Abbildung gewählten Pluteus aus normalem Ringei (Fig. 8). Die Zahlunterschiede sind demnach gering, vielleicht zum Teil durch die häufige Unmöglichkeit verschuldet, die verästelten Chromatophoren von einander gehörig zu sondern, zumal gegen die Spitze der Armfortsätze. Überall finden wir die Chromatophoren am Ende der Arme und am Körperscheitel verdichtet. Eine Anzahl befindet sich an den Wänden des Darmes.

Auf Grund genauer Vergleichung gewann ich die Überzeugung, daß bei sämtlichen normal entwickelten Larven die Zahl der pigmentabscheidenden Enchymzellen, trotz allen individuellen Schwankungen im Gesamteffekte sowie den Einzelheiten der Färbung, spezifisch normiert ist. Auch die Verteilung der Chromatophoren ist spezifisch normiert. Es sprechen dafür auch die bekannten Experimente Driesch's mit Verlagerung

von Enchymzellen durch Schütteln, wobei es sich zeigte, daß die derangierten Zellen nachträglich ihre ontogenetische Normalstellung gewinnen, so daß z. B. die Skelettbildung durch die vorübergehende Verlagerung keine Störung erleidet (4, p. 372). Driesch erklärt das Phänomen durch Chemotaxis. Unsere weiter folgenden Betrachtungen machen wohl die Einführung der Taxis als erklärenden Hilfsbegriffes überflüssig.

Ein Teil vornehmlich gastraler Enchymzellen scheidet — als Produkt des Stoffumsatzes — Pigmentgranula ab. Es ist eine Eigenheit ihrer Physiologie. Teilweise ist es das frühere, aufgelöste Pigment, teilweise ein neu gebildetes. Der verschiedene Habitus der Färbung der einzelnen Exemplare kommt auf dreierlei Weise zustande. Erstens produzieren nicht immer alle diesbezüglichen Zellen, den Farbstoff, auch wenn sie in Normalzahl vorhanden sind, zweitens, nicht alle Zellen produzieren ihn mit der gleichen Energie; oft sind nur einige wenige Körnchen in einem großen Chromatophor zu finden. Drittens wechselt die Intensität und die Nüance der Farbe selbst. Es wird von den inneren physiologischen Verhältnissen im Keime und in der Larve abhängen, wie sich der Gesamteffekt der Pigmentierung gestaltet. Genetisch ist hierzu das Enchym stets gleichmäßig disponiert.

Demgemäß ist auch das Verhalten des Enchyms Vitalfarbstoffen gegenüber recht verschieden. Das aufgenommene Neutralrot erscheint nach einiger Zeit in Gestalt von dunkel purpurroten Körnern in gewissen Enchymzellen. Sowohl die Zahl der betreffenden Zellen als die Körnchenmenge in den einzelnen Zellen ist aber recht weiten Schwankungen unterworfen.

Noch andere Erscheinungen sprechen für die Richtigkeit unserer Behauptung von der Neubildung des Pigmentes: der Einfluß des Spermiums auf die Färbung der Larve. Ein solcher Einfluß wäre unmöglich, wäre das Larvenpigment mit dem Eipigment identisch. Larven von *Parlividus* ♀ × *Spatangus purpureus* Müll. ♂ in Villefranche waren, dem tief blutroten Pigment der *Spatangus*gonaden entsprechend, weit intensiver gefärbt als normale. Bei Larven von *P. lividus* ♀ × *Sphaerechinus granularis* (Lmk.) ♂ war der Farbstoff englischrot mit Beimischung von gebranntem Karmin und in vielen Exemplaren recht schwach entwickelt. Bei *P. lividus* ♀ × *Parechinus microtuberculatus* (Blainv.) ♂ entsprach die Farbe einem Gemische von En-

glischrot und Venetianischrot[1]). Hiermit harmonieren die Ergebnisse Boveri's (3, p. 349), welcher bei Kreuzung von Seeigelarten ebenfalls den Einfluß des ♂ auf die Farbstoffmenge und den Farbenton konstatieren konnte; das ♂ soll außerdem die Verteilung des Chromatophoren beeinflussen, was wir uns durch geringe Änderungen in der physiologischen Veranlagung des Enchyms erklären. Von 2 *Lividus*larven (von einem ♀ und zwei verschiedenen ♂), die Boveri abbildet, besaß die eine 25, die andere 34 Chromatophoren. Alle diese Tatsachen sind um so wichtiger, als sie zu gleicher Zeit auch die Übertragbarkeit von sogen. plasmatischen Charakteren des ♂ beweisen.

Ziehen wir außer diesen Momenten noch den Umstand in Betracht, daß in Massenkulturen von Fragmenten farblose Larven fehlen, so gewinnen wir den Eindruck, daß der so auffallende Unterschied in der Färbung von Eiern der Var. *diffusa* und *rufocincta* durch eine minimale Abweichung in der Physiologie des Ooplasmas veranlaßt sein muß. Daraus folgt, daß auch die Fälle ganz abnormer Pigmentlokalisation im Ei auf ganz minimale Auslösungsursachen zurückzuführen sind, nicht aber als Folge abnormer morphogenetischen Eischichtung, als Ausdruck eines prinzipiellen Fehlers der Eistruktur, der eine Art Morphallaxis, Umlagerung und Umdifferenzierung des Furchungsmaterials nötig machen würde, aufgefaßt werden dürfen. Die Regelmäßigkeit der Furchung schließt die Annahme einer Kompensation von Störungen normalen Zustandes aus. Hier ist der Ort, an die Eigentümlichkeit des Eipigmentes zu erinnern, sich in konzentriertem Seewasser nesterweise zusammenzuballen. Die Annahme nämlich, daß die zunehmende Salinität des Wassers die polaren Schichten der Eizellen übereinander werfe, wäre geradezu absurd.

So haben wir denn in dem Pigment eine Funktion physiologischer Zustände der Eizelle erkannt. Seine Verteilung muß im Einzelnen zweifellos einen Zusammenhang mit den Lebensinteressen der Art haben, wie all die übrigen äußeren Artmerkmale. In Ermangelung näherer Anhaltspunkte möchte ich in dieser Beziehung auf die Rolle hinweisen, die von Entwickelungstheorien der allgemeinen Färbung und den Chromatophoren bei kleinen pelagischen Organismen zugeschrieben wird, bei denen einzelne Organe — wie

[1]) Nach der technischen Farbenskala.

bei Copepoden, Mollusken, Medusen — oft sehr intensiv gefärbt sind. Die Unterschiede in der Färbung von Eiern, Keimen und Larven bei Seeigelarten können wir als Anpassungserscheinungen auffassen. Kleine Unterschiede in der Körpergröße, in der Proportion der Körperteile, der Bewegung u. dgl. werden auch Unterschiede in der Färbung nötig machen. Bezüglich der Färbung stimmen die Plutei mit vielen pelagischen Organismen, wie Cladoceren, Hyperiideen etc. unter anderem darin überein, daß sich auch bei ihnen ein Teil der Chromatophoren am Darmkanal befindet. Es leuchtet nun ein, daß z. B. auch der Pigmentgürtel am *Rufocinctaei* eine biologische Bedeutung haben muß, wie jene Pigmentflecke auf dem Darmrohre. Wie aber jene Chromatophoren, die dem Darme anliegen, mit der Verdauung und mit der Assimilation sicher nichts zu tun haben, ebenso sicher hat auch die Lokalisation des Eipigments keinen Einfluß auf den Verlauf der Furchung und der Entwickelung.

II. Über den Richtungsbau des Seeigeleies und die Eipolarität im Allgemeinen.

Untersuchen wir nunmehr, was wir angesichts der behandelten Tatsachen über das Problem der Eistruktur im Allgemeinen und über den Zusammenhang der Richtungsachsen des Keimes mit der Polarität der Eizelle, über die plasmatische Differenzierung des Eies im besonderen zu folgern haben.

Boveri hat trotz der gewonnenen Überzeugung, die normale Pigmentierung sei zum typischen Furchungsverlaufe und ungestörter Entwickelung unerläßlich, mit der ihn auszeichnenden Umsicht eines scharfen Denkers seine Ergebnisse dahin formuliert, daß nicht etwa der Pigmentring der umgürteten Eizone besondere Eigenschaften verleiht, sondern daß er gewissermaßen nur ein Symptom und eine Folge einer das Ei durchsetzenden animal-vegetativen Schichtung ist. Aber auch der so eingeschränkten Fassung widersprechen die geschilderten Fälle normaler Furchung ohne Übereinstimmung mit dem hypothetischen, durch Pigmentierung angedeuteten Schichtenbau der Eizelle. Die Fälle normaler Entwickelung abnorm gefärbter Eier sind zwar sehr vereinzelt, doch dürfte ein einziger konkreter Fall — nach Boveri's eigenem Raisonnement — Hunderten von Normalfällen die Wagschale halten.

Führen nun aber jene Fälle, die an demselben Orte, demselben Material und zu derselben Jahreszeit wie die Untersuchungen Boveri's beobachtet wurden, wirklich zu dem Schlusse, daß der Eizelle jedwede Polarität abgehe? Nur scheinbar. Sie tragen jedenfalls viel zu einer tieferen Einsicht in das Wesen der Polaritätshypothese bei und haben uns gewisse Ideen nahegelegt, die an den postulierten Richtungsbau des Seeigeleies anknüpfen, sich aber auf das Metazoenei überhaupt beziehen und Verallgemeinerungen zulassen, welche allerdings von den früher giltigen abweichen. Man möge sie als ein neues Kapitel „Morphogenetischer Studien" betrachten, in welchem einige wesentliche Momente der Eientwickelung vielleicht sicherer gefaßt und analysiert werden, als dies uns bisher (10, 11), namentlich unter dem frischen Eindruck Boveri'scher *Paracentrotus*schriften möglich gewesen.

Bereits früher haben uns theoretische Analysen zur Aufstellung des kurz gefaßten Satzes geführt, ein jedes Ei besitze eine polare Struktur (10, XII. Kapitel, p. 146). Gegenwärtig können wir genauer sagen, daß eine jede Propagationszelle, schon vor der Befruchtung und selbst vor der Reifung eine spezifische, allgemeine, dreidimensionale Polarität besitzt. Isotrope Eier — z. B. im Sinne Roux's — gibt es ebensowenig wie monaxone oder Rotations-Eier. Auch gibt es unter genau runden, homolecithalen Eiern keine axial nichtdifferenzierten, d. i. polyaxonen Zellen. Die spezifische, dreidimensionale Veranlagung bildet zugleich das wesentliche Unterscheidungskriterium für die Eier verschiedener Tierarten. Für die Individualentwickelung ist sie das Ursprüngliche, „Apriorische", was die absolute, definitive Polarität des Keimes ermöglicht und herbeiführt, oft unter Einfluß sekundärer, epigenetischer Faktoren. Sie charakterisiert und bestimmt den spezifischen Typus des Keimes, ähnlich wie bei den Monocyten, bei Sporozoen, gewisse spezifische Zellencharaktere über die Art der Vermehrung, über die Zahl der Deszendenten, in welche sie sich z. B. durch Konitomie zu teilen haben, entscheiden, obschon diese Charaktere keineswegs auf einer Prädisposition gewisser vorausbestimmten Stellen des Cytoplasmas als Teilungsebenen der Konitomie beruhen können. Wir stellen nur die fundamentale Tatsache fest, daß sich bei den lebenden Organismen historische Charaktere entwickeln, die, ein Gesamtergebnis der Vergangenheit bilden und die Zukunft derselben morphologisch und physiologisch bestimmen.

Besagte allgemeine Polarität charakterisiert die Oocyte oder das Reifei nicht als Ganzes, sondern erhält sich in jedem selbständig entwickelungsfähigen Teil der Eizelle. Sie ermöglicht den beschädigten Zellen sogen. primäre Regulationen im Sinne von Driesch, die zu mehr oder minder typischen Resultaten der Entwickelung hinführen, sowie die Vertretbarkeit der Teile des sich abfurchenden Eies im Rahmen seiner historisch ausgebildeten Struktur; durch sie wird auch die bereits fixierte, absolute oder definitive, durch experimentellen Eingriff zerstörte Polarität wieder hergestellt. Bei künstlich hervorgerufener starker Asymmetrie des Froscheies wird nur durch diese allgemeine Beschaffenheit ein Einfluß der dem Gleichgewichtspunkte zustrebenden Dottersubstanzen auf die Morphogenie, insbesondere auf die Fixierung der Medianebene des Keimes ermöglicht.

Die allgemeine Polarität reguliert die irgendwie veränderte Intimstruktur des Eies und Keimes zu typischem Ganzen, sofern die Verteilung der Baumaterialien es erlaubt. Darauf beruht die Erscheinung der sogenannten Labilität plasmatischer Elemente, die nach Fischel (9) für gewisse Ontogenesen charakteristisch ist; bei Entwickelung von Bruchstücken zum Ganzen kann es sich demnach nicht um Regeneration fehlender Teile handeln, wie es von Roux behauptet wurde. Unvollständige Organismen und Halbbildungen entstehen nur dann, wenn die Lokalisation der Bestandteile des Ooplasmas einen Regulationsprozeß unmittelbar ausschließt.

Die allgemeine Polarität bewirkt, daß sich gewisse Eier und frühe Entwickelungsstadien — wie bei den Seeigeln — als äquipotenzielle Systeme mit gemischten Potenzen verhalten. Die allgemeine Polarität macht uns mit einem Worte den harmonischen Zusammenschluß der Blastomeren als Aktionszentren erklärlich, einen Verband, der imstande ist, auf atypischem Wege substanziell und ontogenetisch normale Entwickelungsresultate zu erreichen.

Was die realen Beweise für die Existenz einer solchen allgemeinen Veranlagung der Eizellen anbelangt, so ist in erster Linie die Frage zu beantworten, wie sie sich äußert, ob sie sichtbar ist oder überhaupt sichtbar sein kann. In der Literatur sind diesbezügliche Erwägungen, wie sie sich uns aus der Entwickelungs-

geschichte des *Paracentrotus* ergaben, nicht zu finden. Auch in der wichtigen, zusammenfassenden Schrift Roux's (17) sind die uns hier interessierenden Gedanken nicht enthalten, vielleicht aber nur deshalb nicht, weil sie die einfachsten, ja selbstverständlichen Momenteder Entwickelung betreffen.

Bei Erörterung des Richtungsbaues der Eizelle gliedert sich die Aufgabe nach den Dimensionen, von denen die eigentliche (axiale) Polarität und die Bilateralität die wichtigsten sind.

Die Wiederauffindung des Pigmentringes wurde als ein wichtiger und entscheidender Fortschritt vornehmlich deshalb so warm begrüßt, weil sie die polare Beschaffenheit solcher Eier und Keime zu beweisen schien, die auf experimentellem Wege als isotrop und äquipotenziell erkannt worden waren. Nachdem wir nun gesehen haben, daß es nur ein scheinbarer Beweis gewesen, fragen wir uns, ob ein derartiger Beweis überhaupt notwendig ist? Für bessere, deutlichere und sicherste Beweise halte ich die frühesten Furchungsstadien. Das Seeigelei furcht sich inäqual, heteropolar; am unteren Pol werden Mikromeren abgeschnürt. Diese Tatsache muß mit heteropolarer Natur der Eizelle zusammenfallen. Angesichts dessen ist alles andere, insbesondere das Schicksal der Mikromeren nebensächlich. Das Ooplasma ist nicht gleichmäßig geartet, wenn die Viertelzellen äquatorial in prospektiv ungleiche Tochterzellen geteilt werden. Dies geschieht aber unwandelbar, mag eine Pigmentzone existieren oder nicht. Selbstredend ist der Ausdruck, den die Polarität in der ungleichen Blastomerengröße findet, nur zufällig und als Beweisgrund überflüssig, indem sich die Polarität eher oder später in dem verschiedenen Verhalten der Zellengenerationen bekunden muß. Es kommen auch wirklich Fälle vor, wo die Furchung selbst ohne Mikromerenbildung zu gutem Ende führt.

Wie die Polarität, so muß auch die weit später sich ausprägende Bilateralität auch ohne sichtbare Zeichen von Anfang an existieren. Roux, der sie zum Gegenstand grundlegender Studien gemacht hat, konnte die Abhängigkeit der definitiven Symmetrieebene vom Befruchtungsmeridian als Regel feststellen. Somit wäre die Bilateralsymmetrie scheinbar epigenetisch, sekundär, durch das Spermium etabliert sein, im Gegensatze zu der primären, präformierten Polarität. Wir besitzen indessen einen elementaren, bis jetzt merkwürdigerweise nicht beachteten Beweis, daß es nicht der Fall

ist. Es liefert ihn die parthenogenetische Entwickelung. Das Seesternei teilt sich nach der CO_2-Narkose und zwar, sofern sich keine lokalen Störungen des Ooplasmas einstellen, äqual in der Symmetrieebene, wie sich dies unter anderem aus der bilateral symmetrischen Gruppierung der animalen Blastomerenplatte entnehmen läßt. Von einer lokalen, symmetrische Teilung epigenetisch auslösenden Plasmaerregung ist hier keine Rede. So muß also auch die Bilateralsymmetrie, als ein Hauptmerkmal späterer Stadien, zu den ursprünglichen Eigenschaften der Eizelle gehören, wie die Polarität. Und wie wir oben die Polarität selbst bei äqualer Furchung ohne Mikromeren annehmen mußten, so müssen wir auch die bilaterale Symmetrie von Anfang an selbst dann annehmen, wenn die erste Teilung durch sekundäre Einflüsse inäqual gemacht wird und wenn die erste Teilungsebene der Symmetrieebene nicht entspricht. Es sei an dieser Stelle auch an die alte Angabe Selenka's erinnert, daß sich die in der Penetrationsebene durchgeführte erste Teilung zuweilen verwischt und eine abermalige Teilung nachfolgt, welche erst die Symmetrieebene etabliert; das Seeigelei verhält sich also genau so wie das künstlich parthenogenetische *Asteriasei* (11).

Es braucht nicht besonders auseinandergesetzt zu werden, daß bei der Fixierung des Vorn und des Hinten des werdenden Organismus die Verhältnisse genau so liegen müssen wie bei der Polarität und der Bilateralsymmetrie.

Der allgemeine, dreidimensionale Richtungsbau bildet die ursprünglichste Bedingung der Entwickelung; ohne ihn könnte sich aus den Eideszendenten keine Organisation herausdifferenzieren. Ein isotropes, homolecithales [1]) Ei würde höchstens homodynamische und homoenergetische Zellketten oder Zellkugeln ohne axiale Differenzierung ergeben. Axialdifferenzierung des Eikörpers ist also ein Postulat, welches keiner Beweise aus substanzieller Schichtung und Pigmentierung bedarf.

Sie ist stets dreidimensional. Bei idealer Radialität eines *Protohydra*ähnlichen Metazoons wären neben der Polarität beliebig viele Symmetrieebenen anzunehmen; in Wirklichkeit lassen sich aber bei

[1]) Darunter werden hier nicht nur die Elemente des Nährdotters, sondern sämtliche (apoplasmatische) Differenzierungen des Cytoplasmas verstanden.

allen Radiaten am Schlundrohre, an der Mundöffnung etc. Merkmale finden, die von der Radialität zur Bilateralität hinüberführen.

In der Folge müssen wir uns der gleich wichtigen und weit schwierigeren Frage zuwenden: worauf jener Richtungsbau eigentlich beruht und wodurch er sich bei Eiern von verschiedener Beschaffenheit und mit verschiedenem Furchungstypus unterscheidet. Es ist eine der meist erörterten Fragen.

Bei Behandlung dieses Problems wollen wir einen ungewohnten Weg einschlagen, indem wir von der Tatsache der Einzelligkeit des Eistadiums ausgehen. Zugleich verweisen wir auf unsere früheren Ausführungen (10) über das Verhältnis der Gewebstiere zu Unicellulaten. Selbst der unkritischeste Gegner der Deszendenzlehre wird uns zugeben, daß das einzellige Entwickelungsstadium dem phyletischen Stadium einzelliger Aszendenten entspricht. Wir haben den Metazoenorganismus als einen Zusammenschluß von Monocyten aufgefaßt und die Lebensaktion einzelner Gewebszellen mit der Aktion vergesellschafteter Tierindividuen, z. B. der Bienen, verglichen. Diesen Betrachtungsmodus werden wohl die meisten Embryologen billigen, Boveri selbst hat sich in ähnlichem Sinne ausgesprochen[1]), doch hat niemand die Konsequenzen verfolgt, zu denen der historische Standpunkt in der Entwickelungsfrage notwendig führt und niemand hat ihn behufs Erklärung des Furchungsverlaufes ausgenützt.

Als ein einzelliges Lebewesen teilt sich das Ei und bringt stets zahlreichere Zellgenerationen hervor, die sich von den Generationen selbständiger Monocyten nur relativ durch ihren mehr oder weniger fest gefügten Verband unterscheiden. Unter den Zellindividuen dieser Generationen bleiben die einen, die Propagationszellen, der Mutterzelle ähnlich, die anderen, die somatischen Zellen, differenzieren sich auf vielfache Weise und gehen nach einer spezifisch begrenzten Reihe von Generationen als Körper des Tierindividuums, zugrunde. Das wesentlichste Merkmal des Entwickelungszyklus eines Metazoons besteht also in der die meisten Individuen der Zellgenerationen betreffenden: Heterogonie. Die Heterogonie der Zellen kann dreierlei Gründe haben.

[1]) Vgl. 1, p. 171 u. a.

Erstens geraten die im Ei befindlichen und oft direkt sichtbaren apoplasmatischen Elemente infolge ihrer physisch-chemischen Beschaffenheit, wenn man so sagen darf, in Kollision mit dem Mechanismus (und Chemismus) der Zellteilung, so daß sie in die Deszendenten nicht gleichmäßig übergeführt werden, woraus weitere Unterschiede erwachsen. Zweitens werden in den Zellen späterer Generationen apoplasmatische Stoffe produziert, die im Ei nicht vorhanden waren. Drittens beeinflussen sich gegenseitig die Zellen im körperlichen Verbande, wobei der Grad und die Art der Beeinflussung von ihrer Größe, Lage, von der Art ihrer tektonischen Verbindung u. dgl abhängt. Die Differenzierung und damit die durchgehende oder teilweise Heterogonie der Zellgeneration wird also durch das quantitativ und qualitativ verschiedene Verhältnis auto- und apoplastischer, übernommener und neugebildeter Materialien in den Zellindividuen bedingt.

Man hat sich gewöhnt anzunehmen, daß sich diese Substanzen miteinander in „Schichten" kombinieren, die zu der Hauptachse womöglich senkrecht orientiert werden. Steht nun, fragen wir uns, eine derartige Auffassung im Einklang mit unseren Prämissen und mit unseren heutigen Kenntnissen der Monocytenentwickelung? Ist es erlaubt anzunehmen, die Organisation eines Protozoons beruhe auf polar differenzierten Schichten?! Können wir annehmen, ein Protozoon besitze deshalb seine spezifische Gestalt, mit spezifisch entwickelten und verteilten Organellen, weil es aus mannigfaltigen Schichten aufgebaut ist, deren jede verschiedene äußere und innere Charaktere hervorruft? Sicherlich wäre eine solche Annahme naiv und unerlaubt. Das Autoplasma bringt, als Begleiterscheinung seiner Lebensprozesse, apoplastische Stoffe hervor und sein Verhältnis zu denselben gestaltet sich in sehr verschiedener Weise, in deren Einzelheiten die heutige Zellenphysiologie noch keine Einsicht hat. Größere Beispiele bietet uns jedenfalls die Verteilung des sogen. Deutoplasmas. Die Nährdotterkörnchen sind oft sehr deutlich und richten sich in ihrer Verteilung offensichtlich nach der Mikrostruktur des Ooplasmas; mit den Bewegungen des letzteren verändern auch sie ihre Lage. Es läßt sich das an Körnchen, die einen „vitalen" Farbstoff, wie das Neutralrot, binden, direkt demonstrieren. Fischel hat uns zuerst auf Körnchenverschiebungen während mitotischer Zellteilung aufmerksam gemacht. Wenn der Nährdotter infolge seiner Schwere nach unten

sinkt, so wird hierdurch sicherlich auch die Teilung und mit ihr die Heterogonie beeinflußt; doch ist dieser Einfluß rein sekundärer Natur. Der große Einfluß der Schwerkraft auf die Entwickelung des Frosch- und Amnioteneies ist allgemein bekannt. Studien über den Einfluß des Dotters auf die Ontogenese bilden ein umfangreiches Kapitel der Entwickelungslehre. Der Dotter kann sogar den Furchungsmodus völlig verändern, wie dies Tiergruppen beweisen, wo Eier ganz nahe verwandter Arten totale, superfizielle oder discoidale Furchung besitzen. Die Furchungsbilder, die Keimesgestalt, die Organanlage, sind dann prinzipiell verschieden, die Nacheinanderfolge heterogoner Blastomerengenerationen gestaltet sich bei jeder Eiart durchaus abweichend, und doch haben wir direkte Beweise dafür, daß in den so verschiedenen Entwickelungszyklen, die Zellen, als Nachkommen einer gemeinsamen Mutterzelle, sich trotz aller äußeren Unterschiede ihrem Wesen nach fast gar nicht verändern. So verläuft die Entwickelung von Peripatiden total anders, je nachdem das Ei mit reichlicher oder spärlicher Dottergift abgelegt wird oder, ganz dotterarm geworden, von den Uteruswänden seine Nahrung bezieht; das Endresultat aber ist stets das nämliche. Die Unterschiede in der Beschaffenheit der Zellgenerationen sind also rein sekundär und verschwinden spurlos, sobald ihre Ursachen aufgehoben sind; die angestammten Charaktere des Autoplasmas haben darunter nicht zu leiden. Ein überaus instruktives Beispiel bieten ferner die Eier von Vertebraten, die im Laufe phylogenetischer Entwickelung mehrmals ihren Dottergehalt gewechselt haben sollen.

Obwohl sich also ein gegebenes Ei inäqual abfurcht, obwohl sich mitunter — wie am vegetativen Pol bei Seeigeln oder an der animalen Kreuzfigur der Würmer und Mollusken — ein kompliziertes Mosaik verschieden großer und verschieden beschaffener Blastomeren ausbildet, bleibt die ursprüngliche Qualität der Zellen unverändert; bedingt ist sie durch ihren einheitlichen Ursprung. Andererseits könnte es Faktoren und Bestandteile geben, die bei ursprünglich recht verschieden veranlagtem Blastomerenmaterial ähnliche Furchungsstadien hervorrufen würden; sobald sie erschöpft und beseitigt wären, würde auch die Ähnlichkeit verschwinden und diametral verschiedene Organismen resultieren.

Nur in Ausnahmsfällen dürfte ein einziger Faktor, z. B. das

spezifische Gewicht, für die Lokalisation apoplasmatischer Elemente entscheidend sein. Da es sich bei den letzteren um Lebensprodukte handelt, so muß bei ihrer Lokalisation ein ganzes Mosaik variabler Faktoren des Zellenlebens in Betracht kommen (Stoffwechsel, Wachstum, Vermehrung). Eine eingehende Analyse würde vor allem eine genaue Kenntnis elementarer Lebensvorgänge und ihrer Genese erforderlich machen. Daher läßt sich auch die Bedeutung des Apoplasmas, inwieweit dasselbe die Ernährung und die Gestaltung beeinflußt, nicht genauer angeben. Ohne Zweifel haben wir das Recht zu vermuten, daß die Anwesenheit jener Lebensprodukte an der geweblichen Differenzierung beteiligt ist, welche gewöhnlich mit Einbuße des Vollvermögens weiterer Vermehrung bis zu vollständigem Verluste ursprünglicher Potenzen verbunden ist, so daß die betreffende Zelle selbst nach Beseitigung der schädigenden Einflüsse, die verloren gegangenen Eigenschaften nicht wiedergewinnen würde. Dies ist um so mehr wahrscheinlich, als der Kern, als ein für viele physiologische Vorgänge leitendes Organ, auf keinen Fall für einen unaffizierbaren, gewissermaßen außerhalb der Lebenssphäre stehenden Behälter von Vererbungssubstanzen gehalten werden darf, zu dem er namentlich durch die Roux-Weismann'sche Mosaiktheorie gestempelt wurde. Der in die wichtigsten Zellfunktionen eingeschaltete Kern muß im Gegenteil allen Einflüssen und Veränderungen unterworfen sein, wie die Zelle selbst. Was sich nun auf Grund dieser Erkenntnis sagen läßt, ist dieses, daß sich im Keime einzelne Blastomeren oder Zellgruppen bilden müssen, deren Kerne von dem des Eies potenziell abweichen. Selbstverständlich hat die sekundäre Erscheinung des auf diese Weise entstehenden „Mosaiks" der Kernqualitäten nichts gemeinsames mit der Mosaiktheorie der Autoren, welche auf die phylogenetisch unzulässige Hypothese ungleicher Teilung der Vererbungsstoffe bei der Mitose gestützt wurde. Wir denken hier vielmehr an Veränderungen des zentralen Teilungsapparates, wie sie z. B. bei gewissen Wimperepithelien vorkommen dürften, in welchen die Teilungsfähigkeit der Zellen, vielleicht infolge der Verwenduug des mitotischen Apparates zur Wimperbewegung, erschöpft erscheint. In derartigen Fällen wäre der Einfluß des Apoplasmas tatsächlich organogenetisch. Da wir anderseits ultimäre Gewebe und Epithelien kennen, deren Zellen sich bei Knospungs- und Regenerationsprozessen als totipotent erweisen, so

ist daraus zu schließen, daß die Rolle apoplasmatischer Elemente sehr mannigfaltig sein kann und von vielerlei Umständen abhängt, so daß ihr Wesen durch Kategorien wie Nährdotter, darmbildende, oder ktenogene Substanz (bei Rippenquallen) u. s. w. nicht erfaßt werden kann. Deswegen ist auch die vielverbreitete Meinung, die idioplastische Mosaiktheorie könne und solle durch den Begriff eines Mosaiks morphogenetischer Stoffe ersetzt werden, unhaltbar. Nun aber gehört die Annahme bipolar geschichteter Eizonen mit verschiedenen Entwickelungspotenzen ganz in den Rahmen cytoplasmatischer Mosaiktheorie.

Anstatt starrer Einteilung in Zonen besitzt vielmehr das Ei samt seinen Deszendenten die Fähigkeit wiederholter Verlagerung des Apoplasmas, je nach den Entwickelungsphasen und den inneren Zuständen. Viele Momente in der Entwickelung des *Paracentrotus*, wie die Unterschiede in der Durchsichtigkeit der Enchymoblastenplatte oder die Pigmentbildung in Enchymzellen, ferner die Bildung, Verlagerung und Diffusion gewisser tinktoriell darstellbarer Substanzen in Keimen mancher Gasteropoden *(Physa)*, die auffallenden Einschlüsse des *Myzostoma*eies u. s. w. dafürsprechen, daß bei der Bildung von Blastomeren und Geweben vielfache Verschiebungen von Materialien notwendig werden. Im Gegenteil, besäße das Ei eine unverrückbare Polarstruktur im Sinne einer starren Tektonik apoplasmatischer Elemente, wie sie der Hypothese substanzieller Eipolarität zugrunde liegt, dann wäre jede weitere Entwickelung und Organdifferenzierung kaum möglich. Es darf dabei nicht vergessen werden, daß wir uns hier nur mit einer Kategorie von Differenzierungsursachen beschäftigen und daß, wie oben gesagt wurde (vgl. p. 00), noch zwei andere Kategorien in Betracht kommen, so daß sich der Verlauf der Ontogenese als ein Sammelergebnis mannigfaltigster, sich gegenseitig in komplizierter Weise beeinflussender Momente darstellt.

Unseren Gedankengang können wir noch in einer anderen Form ausdrücken. Wenn im Laufe der Entwickelung verschiedenartige, z. B. verschieden gefärbte Stoffe verschiedene Lagen einnehmen, je nachdem, wohin sie von Strömungen bei Zellteilungsprozessen etc. verschoben werden, wenn ferner ungeachtet aller Unterschiede in ihrer Lokalisation der Verlauf der Heterogonie, d. i. das allgemeine

Bild des Furchungsmosaiks unverändert bleibt, so geschieht dies nicht deshalb, weil sich die betreffenden „morphogenetischen Substanzen“ so und nicht anders verteilen, sondern deswegen, weil die Lebens- und Vermehrungsprozesse der Eideszendenten jene Stoffe sowie manche andere, den weiteren Verlauf beeinflussenden Momente so und nicht anders lokalisieren. Das aber ist ein prinzipieller Unterschied.

Würden wir den Gedanken fortspinnen, dann müßten wir zu der Überzeugung kommen, daß in den Fällen, wo das irgendwie (z. B. durch experimentellen Eingriff) affizierte Ei nicht imstande ist, das Furchungsbild bis zur Norm zu regulieren, jenes Vermögen ihm nicht deshalb abgeht, weil unumgängliche „morphogenetische“ Stoffe an betreffenden Orten fehlen, sondern vielleicht deshalb, weil durch diese Stoffe gewisse Zellen an normal heterogenetischer Propagation behindert werden.

Ich habe mich bemüht nachzuweisen, daß der Begriff einer substanziellen, organogenetischen Eipolarität oberflächlich, nicht exakt und falsch ist, und daß er selbst bei dem heutigen Stande unserer Einsicht in die Entwickelungsphysiologie nicht mehr genügt. In weiterer Folge will ich eine Reihe von Tatsachen in Erinnerung bringen, die auf die wichtige und leitende Rolle des eigentlichen Ooplasmas im Gegensatze zum Apoplasma hinweisen, und durch Abhängigkeit von einer einfachen Zonenschichtung nicht erklärt werden können.

Es gehört hierher erstens die ziemlich häufige ungleichmäßige Tingierbarkeit des Eiinhaltes durch das Neutralrot. Dieser Farbstoff wird, wie gesagt, intra vitam durch gewisse Körnchen gebunden, welche entweder Stoffwechselprodukte darstellen oder von Anfang an in gewisser Anzahl in der Eizelle vorhanden sind. Während die Tinktion in der Regel ganz gleichmäßig ausfällt, habe ich bei *Paracentrotus, Parechinus* und *Asterias* außer Eiern mit intensiven lokalen Farbstoffnestern, auch solche gesehen, wo das Plasma nur an einem Pole den Farbstoff, und zwar sehr reichlich aufgenommen hat, während der Rest des Eikörpers farblos oder nahezu farblos geblieben war. Solche Eier furchten sich normal und unabhängig von der Farbansammlung. Da die ungleichmäßige Vitaltinktion nur durch eine ungewöhnliche Lokalisation der Bestandteile des Eiplasmas verursacht werden konnte, so ist daraus zu folgern, daß durch diese ungewöhnliche Lokalisation der Entwickelungs-

gang durchaus nicht gestört wird und daß geringfügige Änderungen der inneren Zustände, vielleicht in bezug auf den Teilungsmechanismus oder auf die Spannungen im Plasma genügen, um die stoffliche Normalstruktur abzuändern und sichtbare Bestandteile zu verlagern.

Zweitens habe ich schon in einer Arbeit über künstlich parthenogenetische Seesternentwickelung mitgeteilt, daß dort die Furchung höchst unregelmäßig und mannigfaltig vor sich zu gehen pflegt, obwohl die angebliche Schichten-Architektur durch das Kohlenoxyd — ähnlich wie durch das konzentrierte Seewasser — unmöglich umgebaut oder vernichtet werden kann. Es folgt daraus, daß die beobachteten Abweichungen durch gewisse lokale Störungen des aktiven Ooplasmas veranlaßt werden, wie lokale Beeinträchtigung der Teilungsmechanik u. dgl.

Drittens haben uns die Experimente gezeigt, daß bei künstlicher Parthenogenese die künftige Bilateralsymmetrie vor der definitiven Einstellung mehrfach schwanken kann, was ausgeschlossen wäre, würde sie von einer passiven und starren Materialientektonik abhängen.

Diese und ähnliche Erscheinungen verweisen uns stets an die primäre Veranlagung oder Beschaffenheit des Eicytoplasmas, an die sogen. allgemeine Polarität, welche den Eiern und ihren Deszendenten zukommt und nur sekundär, durch gewisse Faktoren, darunter auch durch physikalisch bedingte Verteilung des Apoplasmas Einschränkungen erfährt oder selbst unüberwindlichen Hindernissen begegnet. Demgemäß pflegen gewisse Eier, mit bedeutender Regulationsfähigkeit als äquipotenzielle Systeme, andere als sogen. Mosaikeier charakterisiert zu werden.

Wir gelangen schließlich zu der Einsicht, daß in bezug auf die innere Beschaffenheit der Eizellen keine Stufenordnung durchgeführt werden kann. Wir haben keinen Grund, einfach gebaute „Regulationseier“ von kompliziert struierten „Mosaikeiern“ zu unterscheiden, wie dies von Fischel (9) und einigen anderen Autoren versucht wurde. Es gibt keine einfachen und komplizierten Eier. Die Eistruktur kann überhaupt nicht verwickelter sein als der Bau eines fortpflanzungsfähigen einzelligen Organismus. Ich möchte diese Schlußfolgerung nachdrücklich betonen, obwohl ich sie in nuce bereits früher mitgeteilt habe (10, p. 146), weil unter Anderen Driesch, welcher einst den

Eibau als einfach erklärte und gegen die abweichenden Ansichten Weismann's und Roux's polemisierte, neulich mit großer Entschiedenheit versichert, daß die Eistruktur doch eher recht kompliziert sein dürfte. Es wird um einen Gegenstand gestritten, welcher ein Scheinproblem ist und als ein solches überhaupt jede Diskussion überflüssig erscheinen läßt.

Eine andere Behauptung, die wir aufstellen können, besagt, daß ähnlich wie der Richtungsbau des Eies, auch dessen Vermehrung d. i. der Furchungsprozeß seinem Wesen nach prinzipiell bei allen Tieren gleich ist. Es gibt keine eindeutig determinierte und weniger determinierte Furchung (wie die Kategorien von Conklin formuliert wurden), weil es keine anaxonen, isotropen Eizellen gibt im Gegensatze zu polar determinierten. Die nützlichen Kategorien Conklin's beziehen sich auf sekundäre Momente, nämlich auf die stärker oder schwächer ausgeprägte Fähigkeit der Entdifferenzierung und Umdifferenzierung von Zellen und Geweben (Morphallaxis im Sinne Morgan's).

Würde es sich darum handeln, unsere Anschauungen mit den existierenden Theorien zu vergleichen, so könnte hinzugefügt werden, daß sie sich sowohl in den Voraussetzungen als in den Endergebnissen mit der sogen. Homogeneitätslehre in manchen Punkten berühren.

Am a. O. (11) haben wir angesichts der Unterschiede im Furchungsgange bei *Asterias* und *Paracentrotus* 4 Kategorien von Eizellen aufgestellt, je nachdem die künftige axiale Polarität des Keimes durch die Abschnürungsstelle der Polocyten lokalisiert (etabliert) wird oder nicht, und haben *Asterias* und *Paracentrotus* zwei total verschiedenen Kategorien zugeteilt. Jene Einteilung halten wir auch jetzt nach eigenen Erfahrungen an *Paracentrotus* für nötig und zutreffend, obwohl bereits Selenka auch hier ein spontanes Abweichen der Polarachse von der Reifungsachse bemerkt hat. Dabei sehen wir ein, daß auch die Kategorie mit *Asterias* die Existenz eines ursprünglichen Richtungsbaues der betreffenden Eier keineswegs ausschließt. So haben wir denn auch nicht behauptet, das Seesternei sei achsenlos, sondern, daß es sich wie eine anaxone Zelle verhält. Es ist uns klar, daß in sämtlichen vier Kategorien die Eistruktur gleichmäßig einfach, beziehungsweise gleichmäßig kompliziert ist, und die Spontaneität in der Fixierung der definitiven Polarachse bei *Asterias* beweist nur, daß sie dort, vermutlich infolge von zufälligen

durch das Experiment herbeigeführten Veränderungen, von lokalen Zuständen des Ooplasmas abhängt, die wir nicht näher zu bestimmen vermögen, ähnlich wie wir die für die Fixierung der Bilateralsymmetrie maßgebenden Momente nicht kennen.

Das absolute Verhältnis aller Strukturrichtungen zueinander, von dem der Bau des werdenden Organismus abhängt, ist immer und überall in dem Richtungsbau des Eies präformiert, da es nichts anderes ausdrückt als das Resultat des gegebenen Teilungsmodus der Eizelle, welche durch gewisse angestammte, phyletische Eigenschaften charakterisiert ist.

Es erhebt sich die Frage, welcher Art jene ursprüngliche Eiorganisation sein mag, deren Existenz wir in dem bevorstehenden Absatze zu beweisen suchten. Betreffende Ansichten der Autoren wie Boveri, Conklin, Driesch, Heider, Roux, Wilson u. v. A., werden wir an dieser Stelle keiner Diskussion unterziehen. Wir sind nur genötigt zu erwähnen, daß Boveri zur Erklärung eigener und fremder Experimente mit *Paracentrotus* eine zweifache „Polarität" annimmt: eine polare Schichtung organogenetischer Stoffe und eine Polarität gleichsinnig gestellter kleinster Plasmateilchen. Was unser Autor außerdem von der Einstellung der Entwickelung auf den jedes Mal „vegetativsten Punkt" sagt, um Normalentwickelung von Bruchstücklarven verständlich zu machen, konnten wir selbst leider nicht recht verstehen[1]). Dagegen liegen uns die Gründe seiner Annahme einer doppelten Polarität klar vor Augen. Die erstere können wir höchstens als einen zufälligen, sekundären Umstand zugeben; die zweite ist unserem Ideenkreise verwandt. Die wichtige Abhandlung von Driesch über die Organisation des Eies berücksichtigen wir hier absichtlich nicht, um den einfachen Gedanken-

[1]) Damit wurde offenbar eine Erklärung dafür versucht, wieso es kommt, daß ein Fragment oder ein Haufen derangierter Blastomeren eine normale Einheit liefert, und nicht etwa eine multipolare Differenzierung einleitet. Die Differenzierung setze nämlich stets „an dem vegetativsten Punkte" ein. Wie steht es nun aber mit der Annahme der polaren Schichtung? Nehmen wir an, das Ei bestehe aus den Schichten *a—d*; *d* ist die vegetativste. Bei einem animalen Bruchstück mit den Schichten *a* und *b* setzt die Differenzierung ebenfalls an dem vegetativsten Punkte ein, welcher hier der Schichte *b* angehört, und die Entwickelung geht ihren Weg. Dann ist aber überhaupt die Annahme einer polaren Schichtung überflüssig!

gang nicht zu verwickeln. Es sei lediglich bemerkt, daß das Wesen der Eiorganisation nach Driesch auf einer bilateral-polaren Orientierung der Teilchen beruht; stofflich beruhe aber die Eistruktur vor allem auf polarer Verteilung proto- und deutoplasmatischer Substanzen, wodurch das Ei polar differenziert erscheint. Wie man sieht, sind die Anschauungen beider Verfasser ziemlich ähnlich und ließen sich ohne Schwierigkeit vereinigen.

In Betreff der „kleinsten Teilchen" glauben wir nicht, daß es zulässig sei, die postulierte Richtungsdisposition des Eies so ausschließlich und so grob materiell aufzufassen. Bei schärferer Fassung würden uns solche polarisierte Teilchen dem Begriffe idioplastischer Architektonik Naegeli's bedenklich nähern. Dieser involviert nämlich die Richtungen der Struktur und das ganze Schema des künftigen Organismus. Hiermit wären aber in die Natur der Eizelle Komplikationen hineingetragen, die dem Bauplane und dem Begriffe der Monocyten widersprechen. Und gerade das historische Moment dürfen wir bei begreiflicher Formulierung stereometrischer Polarität, wie sie dem Ei gewissermaßen als Ureigenschaft alles materiellen zukommen muß, nicht aus den Augen verlieren.

Der Richtungsbau des Eies charakterisiert und bekundet sich vor allem in den Schicksalen, welche das Ei in den nachkommenden Zellgenerationen erleidet. Es handelt sich um historische Nacheinander- und Nebeneinanderfolge homo- und heterogenetischer Generationen. Mit der Annahme einer Eipolarität in rein geometrischem Sinne werden die Charaktere des Verbandes der polarisierten Einheiten zu einer spezifischen Organisation weder bestimmt noch erschöpft, gerade so wie bei Tiergesellschaften — wir kehren noch einmal zu dem Bienenbeispiel zurück — die Kenntnis der Organisation nur einer von den polymorphischen Formen, der Arbeiterin, die Merkmale der ganzen Art, die durch eine spezifisch geordnete Vergesellschaftung polymorpher Individuen charakterisiert ist, weder umfassen noch erschöpfen kann. Sagen wir es klarer und kürzer, daß eine Blastomere ebensowenig die Organisation des Keimes ausdrückt, wie ein Teilchen eines aufgelösten Kristalls die Achsen und Parameter desselben zu erklären vermag.

Der Richtungsbau verhält sich also zu der absoluten Struktur der entstehenden Zellen gewissermaßen so wie potenzielle Energie, beziehungsweise die Möglichkeit einer solchen, zu der bereits betä-

tigten. Für uns ist er somit im wesentlichen ein potenzieller Begriff, der potenziellen Struktur vergleichbar, die man den in der Mutterlauge aufgelösten Kristallteilchen zuschreiben würde. Sie besitzen nicht die wirklichen Bauverhältnisse des Kristalls, besitzen jedoch einen potenziellen Richtungsbau, insofern sie sich zu einem neuen typisch proportionierten Kristall verbinden können. Der Vergleich ist höchst vag, doch tritt an ihm wenigstens der Unterschied in der Teilbarkeit deutlich hervor. Wir waren oben genötigt, den Richtungsbau auch den entwickelungsfähigen Eiteilchen anzuerkennen. Wie nun der postulierte Richtungsbau des Eies ungleich komplizierter ist als die Verhältnisse an einem Kristall, so sind auch nur gewisse größere Teilstücke befähigt, die Richtungsstruktur in ihrer Gänze zu behalten, im Gegensatze zu den minimalen Teilchen, aus welchen Kristalle regenerieren.

Als Potenziale sind die spezifischen Merkmale der Richtungsstruktur unsichtbar. Aber auch eine andere Gedankenreihe würde uns zweifellos zu der Einsicht führen, daß sie nicht sichtbar sein können. Von diesem Gesichtspunkte aus wird manche auffallende Eigentümlichkeit in der Seeigelentwickelung verständlich. So nimmt der Vorkern des Reifeis alle möglichen Lagen ein, bevor er sich zu der polar einschneidenden ersten Teilung einstellt. Im unreifen Ei der var. *rufocincta* ist das Pigment gleichmäßig über die ganze Fläche verteilt, und wird — im Gegensatze zu den Angaben Selenka's — erst im Reifei als Äquatorialgürtel lokalisiert. Bei *Arbacia* zieht sich der Farbstoff nach Morgan (15) erst am 2—4-zelligen Stadium von dem späteren Mikromerenbereiche zurück. U. s. w.

In unseren Ausführungen über die Eipolarität haben wir den größten Nachdruck auf den Unterschied zwischen dem Stoffbau und dem Richtungsbau gelegt. Der Stoffbau wird zuweilen zur substanziellen Basis für die Richtungskoordination des Keimes (Echinodermen — Ktenophoren). Wir haben ferner betont, daß der Richtungsbau[1]), als ursprünglich, über dem Stoffbau[1]) steht und ihm vorausgeht, obschon er mit ihm zuweilen sekundär eindeutig verbunden werden kann. Der allgemeine Richtungsbau kann nicht in den einen Eiern stärker, in anderen schwächer ausgebildet sein: es gibt nicht stärker bilateral-symmetrische und schwächer bilaterale Eier, mehr polare

[1]) Auch: Richtungsveranlagung, — stoffliche Veranlagung, Beschaffenheit.

und weniger polare. Der Richtungsbau ist in gleichem Maße sämtlichen Eiern außerhalb der Epigenese als Resultante physiologischer und stofflicher Eigenschaften uralter Aszendenten gemeinsam. Er steht auch nicht restlos außerhalb der epigenetischen Transmutation. Auch in ihm werden die Differentiale phyletischer Veränderungen eine Spur hinterlassen. Es gehört eben zu den Hauptmerkmalen des Lebens, daß in der Entwickelungsgeschichte kein exakter Schritt gemacht werden kann ohne Berücksichtigung der Differentiale der Transmutation. Ist doch das Wesen der Zelle, das Gesamtbild ihrer morphologischen und physiologischen Charaktere eine Funktion ihrer Vergangenheit (10, p. 158).

Die wichtigsten Ergebnisse.

Das blastuläre und gastrale Enchym der Seeigellarve stammt nicht von zwei verschiedenen „Keimblättern", sondern von einer einheitlichen Blastomerenplatte. Das Enchym ist kein Primärorgan der Larve, sondern Zellmaterial für verschiedene und von Anfang an verschieden funktionierende Organe.

Ein Teil der Enchymzellen produziert den larvalen Farbstoff. Der letztere gelangt in sie nicht passiv mit dem Plasma, sondern wird in ihnen von neuem abgeschieden. Das Pigment hat auch für die Zellen keine morphogenetische Bedeutung.

Unabhängig von der Quantität und der Farbenintensität der Chromatophoren ist die Zahl der Enchymzellen spezifisch fixiert.

Das Pigment verschwindet aus Zellen, in denen es sich am Anfange der Furchung befand und sammelt sich in den Chromatophoren in größerer Gesamtmenge als die Gesamtmenge des Pigmentes in der Eizelle. Die Unterschiede in der Gesamtmenge und in der Verteilung des Pigmentes im Ei, Keim und Larve beruhen nicht auf architektonischen, sondern auf physiologischen Unterschieden. Aberrante Lokalisation des Pigmentes in der Eizelle wird nicht durch Anomalien in den Entwickelungspotenzen des Eies veranlaßt und es sind keine sekundären Regulationsprozesse nötig, damit die Entwickelung normal verlaufe.

Die Unterschiede in der Menge, der Verteilung und im Farbenton des Pigmentes in pelagischen Eiern und Larven entstehen durch Anpassung. Bei *Par. lividus* (Lmk.) sind in dieser Hinsicht zwei Rassen zu unterscheiden; die allgemein verbreitete var. *diffusa* und die südfranzösische *rufocincta*.

Der Pigmentring des *Rufocinctae*eies ist nicht durch eine polare Schichtung organogenetischer Substanzen bedingt.

Die ursprüngliche Polarität der Eizelle besteht nicht in polar differenzierten Zonen des Ooplasmas, wie auch der Bau einzelliger Tiere nicht in polar differenzierten Substanzschichten besteht. Würde das Ei eine spezifisch fixierte, starre Architektonik morphogenetischer Stoffe besitzen, dann wäre die Entwickelung höchst wahrscheinlich unmöglich. Bei der Entwickelung findet vielmehr vielfache Verlagerung apoplasmatischer Materialien statt.

In dem ursprünglichen Bau oder in der ursprünglichen Veranlagung der Metazoeneier gibt es keine prinzipiellen Unterschiede. Die Gegensätze einfacher und komplizierter Eistruktur, isotroper und polarer Eier, Mosaikeier und Regulationseier existieren in Wirklichkeit nicht.

Jedes Ei und jeder entwickelungsfähige Teil des Eies besitzt eine gewisse allgemeine, spezifisch charakterisierte, dreidimensionale Polarität. Die Richtung der Bilateralität ist hierbei nicht epigenetisch normiert, sondern ebenso ursprünglich wie die Polarität in der Hauptachse.

Die Existenz eines solchen ursprünglichen Richtungsbaues wird durch den Furchungsgang befruchteter und parthenogenetischer Eier (Bilateralität!) bewiesen Die Eifurchung ist mit Arbeitsteilung und heteronomer Zellendifferenzierung oder Zellenheterogonie verbunden.

Es gibt keine eindeutig determinierte Furchung (Mosaikfurchung) im Gegensatze zur undeterminierten, epigenetischen oder Regulationsfurchung; es gibt weder ein idioplastisches noch ein cytoplasmatisches Mosaik. Die in dieser Hinsicht vorkommenden Unterschiede, welche bewirken, daß sich gewisse Eier und Keime als äquipotenzielle Systeme verhalten, andere hingegen diese Eigenschaft nicht besitzen, sind sekundärer Natur und nicht zu verwechseln mit der Ursprünglichkeit des Richtungsbaues.

(Aus dem Laboratoire Zoologique in Villefranche-sur-mer, 1904).

Angeführte Literatur.

1. T. Boveri, Über die Polarität des Seeigeleies. Verh. phys.-med. Ges. Würzburg (N. F.). Vol. XXXIV, 1901.
2. — Die Polarität von Oocyte, Ei und Larve des Strongylocentrotus lividus. Zool. Jahrb., Abt. Anat. Ont., Vol. XIV, 1901.
3. — Über den Einfluß der Samenzelle auf die Larvencharaktere der Echiniden. Arch. Entw.-Mech., Vol. XVI, 1903.

4. H. Driesch, Die taktische Reizbarkeit der Mesenchymzellen von Echinus microtuberculatus. Arch. Entw.-Mech., Vol. III, 1896.
5. — Von der Beendigung morphogener Elementarprozesse. Arch. Entw.-Mech. Vol. VI, 1898.
6. — Neue Ergänzungen zur Entwickelungsphysiologie des Echinidenkeimes. Arch. Entw.-Mech., Vol. XIV, 1902.
7. — Drei Aphorismen zur Entwickelungsphysiologie jüngster Stadien. Arch. Entw.-Mech., Vol. XVII, 1903.
8. A. Fischel, Über vitale Färbung von Echinuseiern während ihrer Entwickelung. Anat. Hefte (Merkel & Bon.), 1. Abt., Vol. XI, 1899.
9. — Entwickelung und Organdifferenzierung. Arch. f. Entw.-Mech., Vol. XV, 1903.
10. T. Garbowski, Morphogenetische Studien. Jena (Fischer) 1903.
11. — Über parthenogenetische Entwickelung der Asteriden. Bull. Acad. Sc. Cracovie, Cl. math.-nat., Décembre 1903.
12. — Über Blastomerentransplantation bei Seeigeln. Bull. Acad. Sc. Cracovie, Cl. math.-nat., Mars 1904.
13. — Z badań nad sztuczną partenogenezą u rozgwiazd. (Rozprawy etc.) C. R. Acad. Sc. Cracovie, Vol. XLIII, 1904.
14. C. Herbst, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwickelung der Tiere. I. Versuche an Seeigeleiern. Zeitschr. f. wiss. Zool., Vol. LV, 1892.
15. T. H. Morgan, Experimental Studies on Echinoderm eggs. Anat. Anzeiger, 1894.
16. T. Mortensen, Die Echinodermenlarven der Planktonexpedition. Kiel und Leipzig, 1898.
17. W. Roux, Über die Ursachen der Bestimmung der Hauptrichtungen des Embryo im Froschei. Anat. Anzeiger, 1903.
18. H. Schmidt, Zur Kenntnis der Larvenentwicklung von Echinus microtuberculatus. Verh. phys.-med. Ges. Würzburg (N. F.) Vol. XXXVI, 1904.
19. E. Selenka, Zoologische Studien. I. Befruchtung des Eies von Toxopneustes variegatus. Ein Beitrag zur Lehre von der Befruchtung und Eifurchung. Leipzig 1878.
20. — Studien über Entwickelungsgeschichte der Tiere. II. Die Keimblätter der Echinodermen. Wiesbaden (Kreidel) 1883.
21. E. B. Wilson & A. P. Mathews, Maturation, fertilisation and polarity in the Echinoderm egg. Journal of Morph., Vol. X, 1895.

Tafelerklärung.

Paracentrotus lividus (Lmk.) var. *rufocincta*.

Fig. 1. Achtzelliges Furchungsstadium, von unten gesehen. Intra vitam. Vergrößerung 530.

Fig. 2. Pluteus aus demselben Ei, 100 Stunden nach der Befruchtung, Formalinwasser. Vergr. 275.

Fig. 3. Vierzehnzelliges Furchungsstadium, in seitlicher Ansicht. Intra vitam. Vergr. 530.

Fig. 4. Pluteus aus demselben Ei, circa 100 Stunden nach der Befruchtung. Formalinwasser. Vergr. 275.

Fig. 5. Sechzehnzelliges Furchungsstadium, von unten gesehen. Intra vitam. Vergr. 530.

Fig. 6. Rosette der Enchymoblasten desselben Keimes im sechzigzelligen Furchungsstadium. Vergr. 530.

Fig. 7. Pluteus aus demselben Ei, 110 Stunden nach der Befruchtung. Formalinwasser. Vergr. 275.

Fig. 8. Pluteus aus einem normal pigmentierten Ei, 100 Stunden nach der Befruchtung. Formalinwasser. Vergr. 275.

Fig. 9. Chromatophoren aus Larven gleichen Alters. *a.* Eine zugerundete Pigmentzelle. *b.* Stark verästelte Pigmentzelle mit spärlichen Pigmentkörnchen. Beide aus der Rückengegend des Pluteus. Formalinwasser. Vergr. 2150.

Fig. 10. Eine längliche Pigmentzelle mit reichlichen Pigmentkörnchen, samt Skelettnadel: aus einem Armfortsatze. Rechts Zellkerne der Vibrisse. Formalinwasser. Vergr. 2150.

---

49. M. LAD. MICHALSKI. **O działaniu niektórych alkaloidów na karaczana. (Stylopyga orientalis).** (***Über die Einwirkung einiger Alkaloide auf die Küchenschaben***). (*Sur l'action des certains alcaloïdes sur les blattes*). Mémoire présenté par M. M. Siedlecki m. c.

Bei Gelegenheit von Untersuchungen über die Atmung der Küchenschaben versuchte ich behufs Lähmung der motorischen Zentren Strychnin anzuwenden, welches ich den Tieren in die Leibeshöhle einspritzte. Der Versuch blieb resultatlos, da das Tier nicht die geringsten Spuren einer Vergiftung zeigte. Eine nur wenig größere Dosis. die einem Frosch injiziert wurde, ergab ausgesprochene Vergiftungssymptome. Durch diese Erscheinungen angeregt, unternahm ich es, die Wirkung verschiedener Alkaloide auf die Küchenschaben zu prüfen.

Als Material wählte ich die Küchenschaben, weil diese jederzeit leicht und in größerer Masse zu beschaffen sind. Ich hielt die Küchenschaben in geräumigen Glasgefäßen, auf deren Boden feuchtes Fließpapier gelegt war. Die Glasgefäße standen im Winter in der Nähe eines Ofens. Diese Methode erwies sich als die geeignetste, um einen größeren Vorrat von Schaben am Leben zu erhalten. Als Nahrung gab ich denselben Albertcakes, welche sie gerne aßen und dabei Kokons ablegten.

Um die Wirkung des Alkaloids auf die Küchenschabe zu prüfen, verfuhr ich auf dreierlei Weise: 1) ich fütterte die Tiere mit einer Nahrung, welche mit verschiedenen Alkaloiden getränkt war,

2) ich injizierte den Tieren das Gift in die Leibeshöhle und 3) spritzte ihnen per anum verschiedene Alkaloide von verschiedener Konzentration ein.

Das Verhalten der Tiere in jeder Versuchsreihe wurde genau protokolliert.

I. Untersuchungen über den Einfluß der Alkaloide, welche der Nahrung beigefügt waren.

Vor dem Versuche ließ ich die Schaben einige Tage aushungern, damit sie die vorher genommene Nahrung entleeren könnten. Wie ich mich überzeugen konnte, hat ein längeres Hungern keinen sichtbaren Einfluß auf die Tiere. Sie können sogar mehrere Monate ohne Nahrung aushalten. Aus den Albertcakes stellte ich durch Zerreiben, Anfeuchten, Durchkneten und Auswalken kleine Tabletten her, welche ich nach Austrocknen mit einer wässerigen Lösung der Alkaloide tränkte. Die so zubereitenen Tabletten wurden auf Uhrgläsern in die Glasgefäße mit Küchenchaben gestellt. Sowohl das Gewicht der Schaben, wie das der Tabletten wurden durch die Wage bestimmt.

Strychnin (Strychninum nitricum).

11. X. 1904. Zehn Küchenschaben, welche zusammen 4 G. wogen, gab ich 4 Tabletten von 21·28 Cg. Gewicht. Die Tabletten waren mit acht großen Tropfen einer 1% Lösung von Strychnin getränkt.

Am 17. X. 1904, also nach sechs Tagen waren die Tiere um 14 Cg. schwerer. Die Tabletten von 11. X. waren verzehrt. Die Tiere erhielten 4 neue Tabletten.

24. X. Die Tabletten von 17. X. waren verzehrt und wurden durch neue ersetzt.

30. X. Eine Küchenschabe tot.

3. XI. Ein Weibchen hat ein Kokon gelegt.

6. XI. Die Tabletten vom 24. X. waren verzehrt, sie wurden durch neue ersetzt.

11. XI. Die Tabletten vom 6. XI verzehrt, sie wurden durch neue ersetzt.

18. XI. Die Tabletten vom 11. XI. verzehrt und wurden durch neue ersetzt.

24. XI. Alle Küchenschaben sind lebend und normal; infolgedessen wurde der Versuch abgebrochen.

Wir können also die Wirkung von Strychnin bei solcher Konzentration und geringen Dosen als unschädlich betrachten.

Chinin (Chininum hydrochloricum).

Bei der Bereitung der Nahrung wurden auf 10 G. Tabletten 8 Dcg. Chininum hydrochloricum (in substantia) gegeben. Die so zubereiteten Tabletten wurden den Schaben als Nahrung gereicht. Doch fand ich nur eimal während mehrerer Wochen eine Tablette angefressen. Im übrigen berührten die Schaben selbst nach längerer Zeit keine Tabletten, verzehrten sich dagegen gegenseitig.

Hieraus folgt, daß die Tiere gegen Chinin Widerwillen haben, wovon ich mich auch noch später überzeugte, da injizierte Tiere sich gegenseitig niemals angriffen. Bei Injektionen mit anderen Alkaloiden fraßen sich die Tiere vielfach auf, wobei gewöhnlich ein bereits geschwächtes Tier anderen zum Opfer fiel.

Aus diesen Versuchen läßt sich der Schluß ziehen, daß die Tiere die Fähigkeit besitzen, durch Geschmack oder Geruch die Nahrungsstoffe zu unterscheiden.

Morphium (Morphinum hydrochloricum).

Die Resultate mit Morphinum sind denen mit Strychnin analog, d. h. das Alkaloid blieb wirkungslos selbst dann, wenn die Tabletten mit 5% Lösung getränkt waren.

Kokain (Cocainum hydrochloricum).

Die Versuche mit Kokain stießen auf Schwierigkeiten, insofern als die getränkten Tabletten sich am dritten Tage mit Schimmel bedeckten. Infolgedessen wurden die Versuche aufgegeben.

Curare [1]).

11. X. 1904. Zehn Küchenschaben, welche zusammen 5·5 G. wogen, gab ich 4 Tabletten von 21·28 Cg. Gewicht. Die Tabletten waren mit 10 großen Tropfen einer 1% Lösung von Curare getränkt.

15. X. Die Tabletten vom 11. X. waren verzehrt. Die Tiere erhielten vier neue Tabletten, wie vorher.

Am 17. X., also nach sechs Tagen, waren die Tiere um 12 Cg. schwerer.

[1]) In der Apotheke gekauft.

21. X. Die Tabletten vom 15. X. waren verzehrt. Die Tiere erhielten vier neue.

Auf diese Weise setzte ich die Versuche mit Curare bis zum 24. XI. fort und überzeugte mich, daß das Curare bei solcher Konzentration ganz unschädlich ist.

Aus obigen Versuchen geht hervor, daß Strychnin, Morphium, Curare, welche mit der Nahrung in den Organismus eingeführt waren, weder tödlich wirken, noch die Lebensfunktionen in merklicher Weise beeinträchtigen, da das Gewicht der Tiere größer wurde und die Vermehrungsfähigkeit nicht verringert wurde. Diese Widerstandsfähigkeit des Organismus ist wohl dadurch zu erklären, daß die Dosen der Alkaloide, welche durch die Nahrung in den Organismus gelangten, sehr gering waren.

Es läßt sich vermuten, daß andere Orthopteren, bei denen der Stoffwechsel ähnlich wie bei den Küchenschaben verlaufen mag, gegen geringe Dosen von Alkaloiden ebenso widerstandsfähig sein können wie diese. Nur so kann man verstehen, daß verschiedene pflanzenfressende Orthopteren, wie z. B. Oedipoda, jegliche Pflanzen verzehren können ohne Rücksicht darauf, ob dieselben Alkaloide enthalten oder nicht.

II. Die Wirkung der Alkaloide, die entweder in die Leibeshöhle injiziert oder in den Darmkanal eingeführt wurden.

Bei diesen Versuchen, verfuhr ich nach folgender Methode: Mit Hilfe einer dünnen Glaskanüle, deren Ende ausgezogen und in der Flamme zu einer winzigen Kugel abgestumpft war (um die inneren Organe des Tieres nicht zu beschädigen), injizierte ich den Küchenschaben Lösungen von Alkaloiden, indem ich mit einer 8% Lösung begann und diese dann sukzessive um die Hälfte verdünnte. Die Kanüle war auf $^1/_{20}$ CC genau kalibriert und diese Menge wurde in allen folgenden Versuchen in den Körper eingeführt. Die Injektionen wurden in zweifacher Weise ausgeführt: 1) unter das erste oder zweite Segment an den Seiten des Abdomens, nicht in das Herz, wobei jede größere Verwundung vermieden wurde, 2) per anum. Bei ersterem Injektionsverfahren drang nach dem Herausziehen der Kanüle manchmal ein kleiner, trüber Flüssigkeitstropfen unter dem Segment hervor.

Bei dem anderen Injektionsverfahren füllte die injizierte Flüs-

sigkeitsmenge den ganzen Darmkanal aus, ohne daß eine Spur davon nach außen drang. Ich überzeugte mich davon, daß der ganze Darmkanal gefüllt war, auf diese Weise, daß ich dem Tiere $^1/_{20}$ CC in Wasser zerriebene Tusche per anum injizierte und darauf das Tier sektionierte. Der ganze Darmkanal war bis zum Kropf mit Tusche gefüllt, ja sogar die Tracheen, welche, wie Petrunkiewicz[1]) beschreibt, mit dem Darmkanal in Kommunikation stehen.

Erst nach einer Reihe von Versuchen gelang es mir, die Tiere in der einen oder anderen Weise ohne wesentliche Beschädigung zu injizieren. Die Versuche wurden mit dem binokularen Mikroskop ausgeführt, wobei ich beide Hände auf dem Tische aufgestützt hielt, um dadurch jegliche größere Beschädigung des Tieres zu vermeiden. Die Tiere wurden nach der Injektion in Glasgefäßen in einer Dunkelkammer, welche Zimmertemperatur besaß, gehalten. Die Glasgefäße wurden möglichst rein gehalten und waren behufs Durchlüftung nur teilweise bedeckt. Die Tiere wurden nach jedem Versuch nicht weiter ernährt, da ich mich überzeugt hatte, daß die Küchenschaben unter normalen Bedingungen 2—3 Monate hungern können. Wenn also die injizierten Tiere den gleichen Zeitabschnitt von 2—3 Monaten überstanden hatten, betrachtete ich sie als normal. Die Alkaloide stammten aus der Fabrik von Merck, und ich verdanke sie größtenteils der Güte des Herrn Professor Łazarski. Ich löste dieselben in destilliertem Wasser. Es wurden folgende Alkaloide in Anwendung gebracht: 1) Chinin, 2) Morphin, 3) Kokain, 4) Koffein, 5) Apomorphin, 6) Veratrin, 7) Strychnin, 8) Nikotin, 9) Muskarin, 10) Pilokarpin, 11) Atropin.

Chinin (Chininum hydrochloricum).

8% Chininlösung ruft, in die Leibeshöhle injiziert, anfangs eine mehrere Sekunden dauernde Exzitation hervor, welche sich in lebhaftem Herumlaufen im Glasgefäß äußert. Die Exzitation ist keineswegs als eine Folgeerscheinung des Einführens der Flüssigkeit in die Leibeshöhle anzusehen, da eine entsprechende Dosis destillierten Wassers, keine derartige Wirkung hat. Nach dem Ex-

[1]) Petrunkiewicz. Die Verdauungsorgane von Periplaneta orientalis und Blatta germanica. Histologische und physiologische Studien. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. und Ontog. B. 13. 1899.

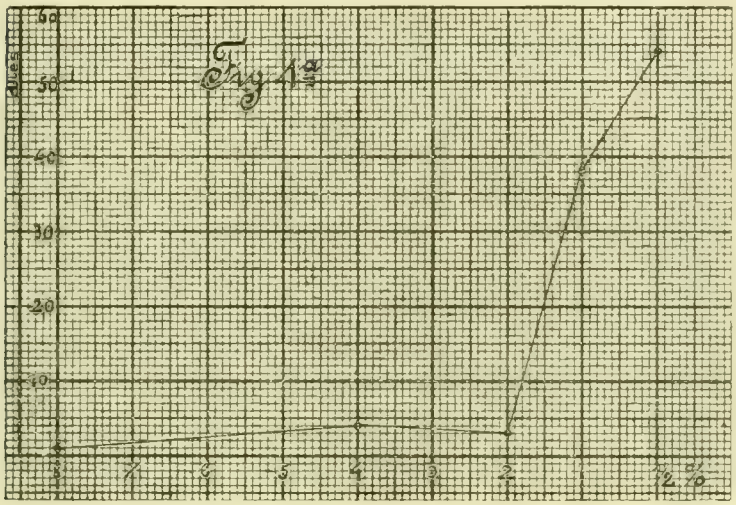
zitationsstadium erfolgt Paralyse aller Extremitäten; trotzdem lebt das Tier noch einige Stunden, was aus den minimalen Bewegungen der Kauwerkzeuge zu ersehen ist. Kneift man das Tier an den Fühlern mit einer Pinzette, so reagiert es nicht, wahrscheinlich infolge der bestehenden Anästhesierung. Fast gleiche Erscheinungen ruft 8% Chininlösung hervor, welche per anum eingeführt wurde, nur folgen auf das Exzitationsstadium krampfartige Zuckungen und dann die Paralyse. Nach der Injektion einer 4% Lösung, sei es in die Leibeshöhle, sei es per anum, treten die gleichen Erscheinungen zutage, wie nach einer 8% Lösung doch etwas später. Eine 2% in die Leibeshöhle injizierte Lösung ruft noch eine bedeutende Schwächung hervor, ohne jedoch zum Tode zu führen. Die Tiere überstehen die zeitweilige Schwächung, befinden sich am anderen Tage nach dem Versuche viel besser, indem die Vergiftungserscheinungen vollkommen zurücktreten. Eine 2% per anum eingeführte Lösung wirkt noch sehr schädlich, indem die Schwäche bestehen bleibt und Paralyse der Extremitäten erfolgt. Erst eine 1%, in die Leibeshöhle oder per anum injizierte Lösung, vertragen die Tiere ohne Schädigung.

Die Wirkungsweise des Chinins können wir uns in folgender Tabelle I. veranschaulichen:

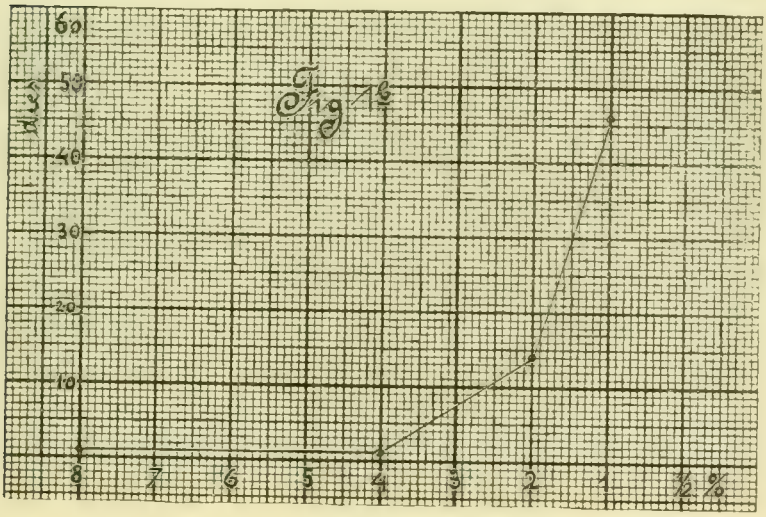
TABELLE I.

Prozent der Lösung	8%		4%		2%		1%		½%	
Die Menge des Alkaloids in 1/20 C C, in Mg ausgedrückt.	4		2		1		½		¼	
Injektionsweise a = per anum s = Segment.	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s
Tiere Nr. 1	1	1	1	1	1	1	3	16	10	—
„ „ 2	1	1	1	1	2	6	4	30	16	
„ „ 3	1	1	1	1	2	7	21	51	58	—
„ „ 4	1	1	6	1	5	23	68	58	71	—
„ „ 5	1	1	11	3	5	35	93	75	118	—
Das Mittel aus der Länge des Lebens in Tagen ausgedrückt.	1	1	4	1	3	14	38	46	54	—

Zeichnen wir uns auf den Ordinaten die Zeitdauer, in Tagen ausgedrückt, und auf der Abszisse die Konzentration der Lösung



Chinin in den Darmkanal injiziert



Chinin in die Leibeshöhle injiziert

in Prozenten auf, so ersehen wir sowohl aus der Tabelle wie aus den Kurven (Fig. 1 a und b). daß das in die Leibeshöhle injizierte

Chinin schwächer wirkt als das per anum eingeführte. Ferner sehen wir, daß das per anum injizierte Chinin in einer Konzentration von 8%—2% schädlich, eine Lösung von geringeren Konzentration dagegen schwächer und schließlich gar nich mehr wirkt. Diese Zahlen beziehen sich auf eine Küchenschabe von 0·714 G. Gewicht (das Mittel aus 50 Stück). Diejenige Konzentration, bei welcher die schädigende Wirkung des Alkaloides aufhört, nennen wir den kritischen Punkt der Wirkung des Alkaloids. Für das per anum injizierte Chinin liegt der kritische Punkt zwischen 2% und 1% der Konzentration der Lösung, welche in der Menge von $^1/_{20}$ CC pro Individuum angewandt wurde. Das in die Leibeshöhle injizierte Chinin hat seinen kritischen Punkt der Wirkung bei 4%—1% der Lösung.

Hieraus folgt, daß das per anum injizierte Chinin etwas heftiger wirkt als das unter das Segment eingeführte. Ein Exzitationsstadium kommt bei gewissen Dosen des Chinins auch bei anderen Tieren vor.

Ein Mg. Chinin, in den Organismus per anum eingeführt, wirkt wie aus obiger Tabelle zu ersehen ist, noch schädlich. Diese Dosis erscheint im Vergleich mit derjenigen, welche für andere Tiere tödlich ist, für die Küchenschabe sehr groß. Nehmen wir nämlich für einen erwachsenen und gesunden Menschen (sein Gewicht zu 70 Kg gerechnet) 12 G. Chininum sulfuricum als tödliche Dosis an (einen solchen Fall führt Baills[1]) an) vergleichen dieselbe mit der Dosis für eine Küchenschabe von 0·714 G und berechnen diese Zahlen auf 70 Kg Gewicht, so erhalten wir das Verhältnis der tödlichen Dosen 12 : 98, oder mit anderen Worten: der Organismus der Küchenschabe wäre achtmal widerstandsfähiger als der menschliche. Ich habe hier die Wirkung von Chinimun sulfuricum mit Chin. hydrochloricum verglichen, da mir entsprechende Daten fehlten, indessen weicht der Vergleich nicht allzusehr von der Wirklichkeit ab, da die Wirkungsweise beider Präparate ähnlich ist, ja sogar Chininum hydrochloricum heftiger wirkt. Ein ähnliches Verhältnis ergibt sich, wenn wir die tödliche Dosis von Chininum sulfuricum für den Hund in Betracht ziehen. Dieselbe beträgt (nach Rochefontaine[2]) für einen 12 Kg schweren Hund 2—2·5 G. Führen wir

[1]) Dr. W. Bernatzik und Dr. A. E. Vogl. — Lehrbuch der Arzneimittellehre. Wien 1891.

[2]) Dr. W. Bernatzik und Dr. A. E. Vogl. — Lehrbuch der Arzneimittellehre. Wien 1891.

die gleiche Rechnung wie vorher aus, so erhalten wir das Verhältnis der tödlichen Dosen 2 : 16, d. h. der Organismus der Küchenschabe ist achtmal widerstandsfähiger als der des Hundes.

Morphin (Morphinum hydrochloricum).

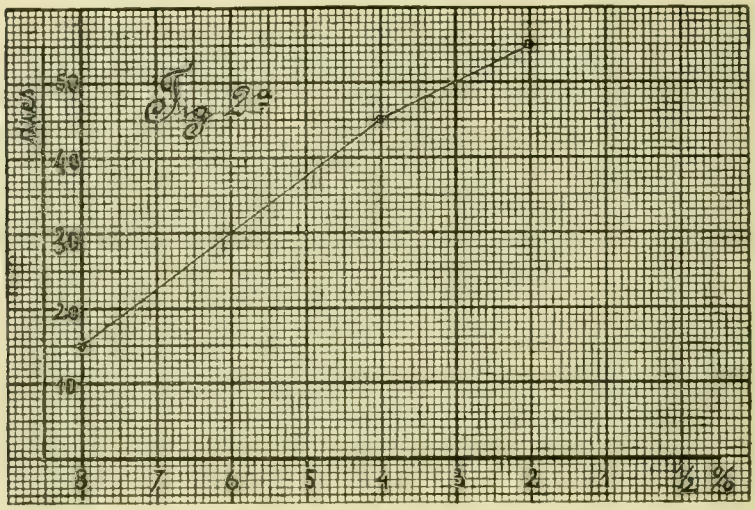
Eine 8% Lösung von Morphinum hydrochloricum ruft per anum injiziert anfangs fast gar keine Veränderung hervor. Erst nach einigen Minuten tritt eine bedeutende Schwäche zutage und bei manchen Tieren krampfartige Zuckungen, welche anfangs sehr heftig sind, sich dann aber verringern. Die mit dieser Lösung injizierten Tiere lebten durchschnittlich 15 Tage. Dieselbe Lösung, unter ein Segment gespritzt, ruft ähnliche Erscheinungen hervor, indem krampfartige Zuckungen und darauf Paralyse der Extremitäten auftreten. Obwohl die Vergiftungserscheinungen sehr augenfällig sind, ruft das Morphin keine allzusehr schädigende und bleibende Veränderung im Organismus des Tieres hervor, da dasselbe relativ lange leben kann und sein Zustand sich nach einiger Zeit bessert. Eine 2% oder sogar 4% in den Organismus, und zwar in die Leibeshöhle oder per anum eingeführte Lösung hat keine sichtbaren Folgen.

Folgende Tabelle stellt uns die Lebensdauer jedes der Tiere und seine Widerstandsfähigkeit gegen Morphin dar.

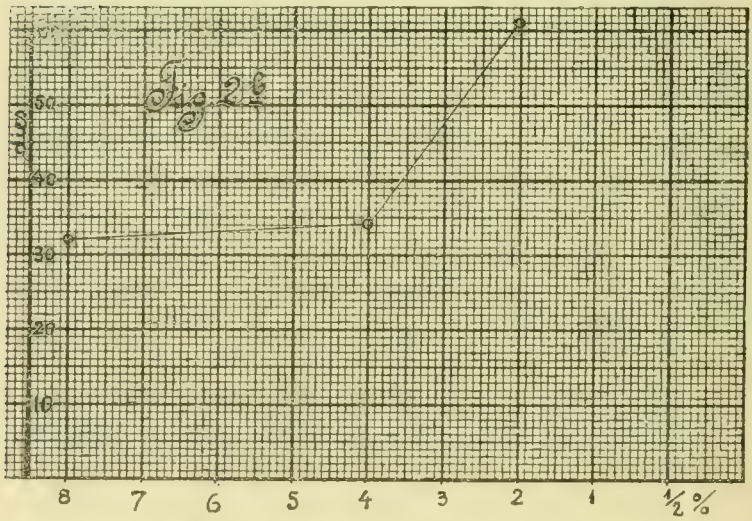
TABELLE II.

Prozent der Lösung	8%		4%		2%	
Die Menge des Alkaloids in 1/20 CC in Mg. ausgedrückt	4		2		1	
Injektionsweise a = per anum; s = Segment.	a	s	a	s	a	s
Tiere Nr. 1	1	5	4	7	5	17
„ „ 2	1	7	22	29	13	59
„ „ 3	6	33	37	33	44	61
„ „ 4	21	42	78	40	87	79
„ „ 5	48	74	83	63	95	93
Das Mittel aus der Länge des Lebens, in Tagen ausgedrückt.	15	32	45	34	55	61

Aus der Tabelle und den Kurven (Fig. 2 a und b) ergibt sich, daß selbst die 8% in die Leibeshöhle oder den Darmkanal eingeführte



Morphin in den Darmkanal injiziert.



Morphin in die Leibeshöhle injiziert.

Lösung, zwar unzweifelhafte Wirkungen zeigt, aber dem Organismus keinen übermäßigen Schaden bringt, da die injizierten Tiere

lange am Leben bleiben. Die Kurve erhebt sich ohne wesentliche Schwankung plötzlich ziemlich bedeutend.

Es ist bekannt, daß das Morphin auf den Menschen und auf die Tiere sehr energisch wirkt. Levin[1]) gibt als durchschnittliche tödliche Dosis für den Menschen 0·4 g. an. Eine kaum 100 mal schwächere Dosis wirkt gar nicht auf die Küchenschabe, welche etwa 7000 mal weniger wiegt; infolgedessen würde die Widerstandsfähigkeit der Küchenschabe gegen Morphin mehr als das 700—1000 fache im Vergleich mit der des Menschen betragen. Trotz der schwachen Wirkung des Morphins auf die Küchenschabe läßt sich ein kritischer Punkt der Wirkung allerdings nur bei Injektionen in die Leibeshöhle feststellen. Derselbe würde zwischen 4%—2% der Konzentration liegen.

Kokain (Cocainum hydrochloricum)

Eine 4% und eine 8% per anum injizierte Lösung hat nicht den geringsten sichtbaren Einfluß; die Tiere verhalten sich normal.

Injizieren wir jedoch eine 8%, 4% oder 2% Lösung unter ein Segment, so verhält sich das Tier anders. Nach der Injektion der 8% Lösung treten sofort heftige aber kurz dauernde krampfartige Zuckungen auf und darauf völlige Paralyse der Extremitäten. Ganz ähnliche Erscheinungen treten bei Tieren auf, welchen eine 4%—2% Lösuug unter ein Segment injiziert wurde, nämlich krampfartige Zuckungen und Paralyse der Extremitäten. Letztere schreitet von der Injektionsstelle, mithin von dem dritten Extremitätenpaare gegen den Kopf vor. Krampfartige Zuckungen beobachtete ich noch am nächsten Tage nach dem Versuch. Diese waren sogar bei 2% Injektion deutlicher sichtbar als bei 8% und 4%-iger Erst eine 1%—½%, in die Leibeshöhle injizierte Lösung hat keinen Einfluß. Der Unterschied zwischen der Wirkung einer 2% und einer 1% Lösung ist sehr augenfällig, da die Tiere zwar sehr geschwächt sind, dennoch gut gehen können. Eine 1% Lösung verursacht keine Schwächung; alle Küchenschaben liefen ungehindert herum wie nomale Tiere.

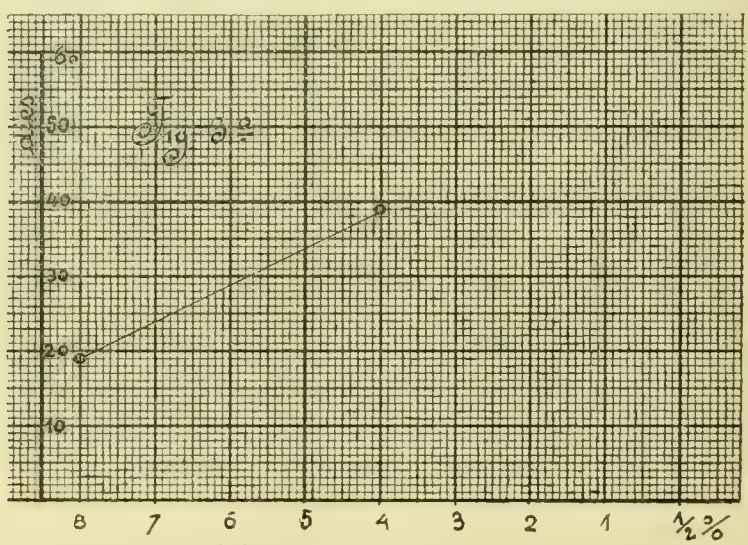
Aus der Tabelle III und den Kurven (Fig. 3 a und b) ist die

[1]) Dr. W. Bernatzik und Dr. A. E. Vogl. — Lehrbuch der Arzneimittellhere Wien 1891.

Wirkung des Kokains leicht zu ersehen. Der kritische Punkt der Wirkung des Kokains liegt zwischen der 1% und 2% Lösung.

TABELLE III.

Prozent der Lösung	8%		4%		2%		1%		½%	
Die Menge des Alkaloids in 1/20 C C, in Mg. ausgedrückt	4		2		1		½		¼	
Injektionsweise a = per anum; s = Segment	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s
Tiere Nr. 1	3	1	2	2	—	2	—	2	—	5
„ „ 2	5	2	5	2	—	2	—	3	—	8
„ „ 3	11	2	49	2	—	2	—	6	—	9
„ „ 4	29	2	56	3	—	2	—	11	—	13
„ „ 5	45	2	83	4	—	3	—	86	—	84
Das Mittel aus der Länge des Lebens, in Tagen ausgedrückt	19	2	39	3	—	2	—	22	—	24



Kokain in den Darmkanal injiziert.

Bei keinem der benutzten Alkaloide tritt der Unterschied in der Wirkung des in die Leibeshöhle und in den Darmkanal injizierten

Kokain in die Leibeshöhle injiziert.

Alkaloids so deutlich zutage wie bei Kokain. Man könnte sich den Unterschied in der Wirkungsweise der Alkaloide, welche auf verschiedenem Wege in den Organismus eingeführt wurden so erklären, daß das Alkaloid, welches in die alle Zellen umgebende Flüssigkeit eingeführt wurde, leichter und schneller wirkt als dasjenige, welches relativ langsam aus dem Darmkanale resorbiert wird. Es ist dies bei höheren Tieren Regel. So z. B. wirkt Kurare, welches ein Gemenge von verschiedenen Alkaloiden darstellt, warmblütigen Tieren subkutan injiziert tödlich, ist dagegen fast ganz unschädlich, wenn es innerlich genommen wird. Das eingenommene Kurare dringt nicht nur langsamer zu den Nervenendigungen vor, sondern wird auch zum Teil durch die Nieren ausgeschieden. Es ist kaum anzunehmen, daß bei der Küchenschabe das Kokain ähnlich wie das Kurare durch den Exkretionsapparat ausgeschieden wird, vielmehr ist zu vermuten, daß dasselbe in irgend einer Weise im Darmkanal und vielleicht auch in den Exkretionsgefäßen in eine für den Organismus unschädliche Verbindung übergeführt wird. Allerdings fehlen mir die entsprechenden Beweise dafür.

Vergleichen wir wiederum die tödlichen Dosen des Kokains für höhere Thiere und die Küchenschabe, so finden wir bei der Annahme einer 1% Lösung als schädlicher Dosis, daß die Küchenschabe 7 mal widerstandsfähiger ist, als das Kaninchen (Anrep[1]) nimmt die tödliche Gabe für das Kaninchen zu 0·1G pro 1 Kg Gewicht an). Bei der Annahme von 2% als tödliche Gabe erhalten wir eine 14 mal größere Widerstandsfähigkeit.

Koffein (Coffeinum).

Eine 8% per anum eingespritzte Koffeinlösung wirkt sehr schädlich, da dieselbe sogleich nach der Injektion sehr heftige krampfartige Zuckungen und Paralyse der Extremitäten hervorruft. Eine 4% Lösung hat ähnliche Folgen, wirkt jedoch schwächer. Eine 2% endlich hat keine schädlichen Wirkungen mehr, was auch daraus zu ersehen ist, daß die injizierten Tiere sogar Kokons ablegten. Das in die Leibeshöhle injizierte Koffein verhält sich ähnlich in der Wirkung, indem es noch heftigere krampfartige Zuckungen auslöst. Eine 2% unter ein Segment injizierte Lösung ruft bei den Tieren noch krampfartige Zuckungen hervor und schwächt die Tiere bedeutend, was bei der gleichen Konzentration der per anum eingeführten Lösung nicht der Fall war. In den Wirkungen verhält sich das Koffein ähnlich wie das Kokain. Eine 1% unter ein Segment injizierte Koffeinlösung schwächt die Tiere nur; eine ½% Lösung ist ohne Wirkung, wie aus der Tabelle IV. zu ersehen ist. Der kritische Punkt der Wirkung des Koffeins, der am besten aus den Kurven (Fig. 4 a und b) zu ersehen ist, liegt bei der Injektion per anum zwischen einer 4%—1% Lösung, bei der Injektion in die Leibeshöhle zwischen 2%—1%. Als tödliche Gabe ist für eine Küchenschabe von 0·714 G Gewicht ½ Mg anzusehen. Charakteristisch für die Koffeinwirkung ist die Erregung der Tiere unmittelbar nach der Injektion, eine Erscheinung wie sie auch bei höheren Tieren auftritt.

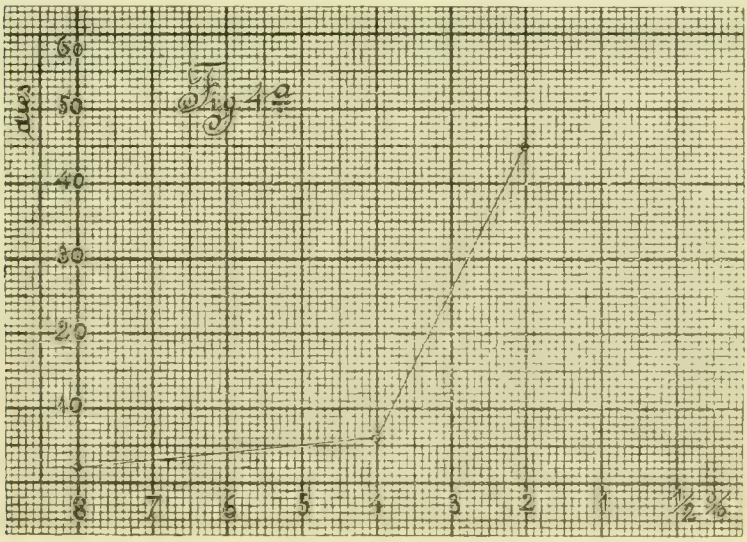
Vergleichen wir die Wirkung des Koffeins auf höhere Tiere mit der auf die Küchenschabe, so sehen wir, daß das Kaninchen und die Katze[2]), auf welche eine in die Gefäße eingespritzte Dosis

[1]) O. Schmiedeberg — Grundriß der Pharmakologie in Bezug auf Arzneimittellehre und Toxikologie — Leipzig. 1902.

[2]) O. Schmiedeberg — Grundriß der Pharmakologie in Bezug auf Arzeneimittellehre und Toxikologie Leipzig 1902.

TABELLE IV.

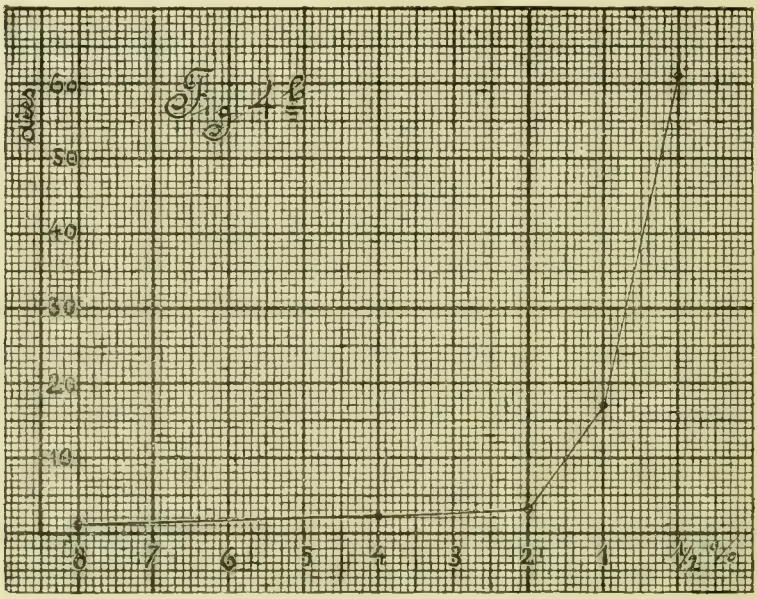
Prozent der Lösung	8%		4%		2%		1%		½%	
Die Menge des Alkaloids in 1/20 C C, in Mg. ausgedrückt	4		2		1		½		¼	
Injektionsweise a = per anum; s = Segment	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s
Tiere Nr. 1	1	1	3	1	21	1	—	1	—	28
„ „ 2	1	1	6	1	44	1		6		42
„ „ 3	1	1	6	1	48	3	—	7	—	72
„ „ 4	2	1	11	2	54	3	—	35	-	82
„ „ 5	3	1	[1]	4	60	6		35	--	82
Das Mittel aus der Länge des Lebens, in Tagen ausgedrückt.	2	1	6	2	45	3	—	17	—	61



Koffein in den Darmkanal injiziert

[1]) Ein Exemplar ist mir unbemerkt verloren gegangen.

von 0·08—0·1 G. tödlich wirkt, eine 8 mal geringere Widerstandsfähigkeit als die Küchenschabe besitzen; der Hund ist 16 mal we-



Koffein in die Leibeshöhle injiziert.

niger widerstandsfähig, da für ihn die Hälfte der für das Kaninchen hinreichenden Dosis schon tödlich ist.

Apomorphin (Apomorphinum hydrochloricum).

Eine 8% und 4% Lösung von Apomorphin habe ich infolge der schweren Löslichkeit dieses Körpers nicht erhalten können. Eine 2% per anum injizierte Lösung ist wirkungslos, wenigstens zeigten die Tiere keine Veränderung. In die Leibeshöhle injiziert, schwächt sie die Tiere bedeutend, wenigstens können sie sich nicht frei bewegen. Nach einiger Zeit jedoch schwindet die Schwäche und die Tiere kehren zur Norm zurück. Eine 1%, in die Leibeshöhle injizierte Lösung bewirkte eine nur vorübergehende Schwäche ohne die Bewegungsfähigkeit der Tiere zu stören.

Die Wirkungsweise des Apomorphins ist in der Tabelle V. zusammengestellt. In Anbetracht der schwachen Wirkung dieses Alkaloids auf die Küchenschaben lassen sich die Vergiftungserschei-

TABELLE V.

Prozent der Lösung	2%		1%	
Die Menge des Alkaloids in $^1/_{20}$ C C, in Mg. ausgedrückt	1		$^1/_2$	
Injektionsweise a = per anum; s = Segment	a	s	a	s
Tiere Nr. 1	4	2	—	38
„ „ 2	7	4	—	49
„ „ 3	50	9	—	51
„ „ 4	73	13	—	72
„ „ 5	82	72	—	72
Das Mittel aus der Länge des Lebens, in den Tagen ausgedrückt	43	20	—	56

mungen mit denjenigen der höheren Tiere nicht vergleichen. Im allgemeinen ist das Apomorphin in wässeriger Lösung als wenig schädlich für die Küchenschabe anzusehen.

Veratrin (Veratrinum).

Eine 8% Lösung ließ sich infolge der schweren Löslichkeit dieses Alkaloids nicht herstellen und eine 4% Lösung erhielt ich erst nach Zusatz von zwei Tropfen konzentrierter Salzsäure zu 20 C C der wässeriger Lösung. Das Veratrin gehört zu den am heftigsten wirkenden Alkaloiden, daher mußte ich bis zu einer sehr schwachen ($^1/_{128}$%) Lösung herabgehen, um seine Wirkung genau festzustellen. Der Unterschied in der Applikationsweise tritt bei diesem Alkaloid viel deutlicher zutage als bei anderen Alkaloiden. Lösungen von 4%, 2%, 1% bis zu $^1/_{20}$ C C in die Leibeshöhle injiziert bewirken einen augenblicklichen Stillstand jeglicher Bewegungen. Die Tiere gehen fast sofort zugrunde. Selbst mit $^1/_2$%, $^1/_4$%, $^1/_8$%, $^1/_{16}$%, $^1/_{32}$% Lösungen wurde eine bedeutende Schwächung der Tiere und gänzliche Hemmung der Bewegung bewirkt. Ein solcher Zustand dauerte jedoch nur eine kurze Zeit, darauf folgten krampfartige Zuckungen, welche sich anfangs häufig und rhythmisch wiederholten, nach einigen Stunden schwächer wurden

und selbst am folgenden Tage, falls das Tier noch lebte, zwar schwach aber noch deutlich auftraten. Die so geschwächten Tiere konnten natürlicherweise nicht gehen. Eine Lösung von $^1/_{64}$% bewirkt noch eine Hemmung der Bewegung und krampfartige Zukkungen, doch können diese Erscheinungen nach 24 Stunden gänzlich schwinden; trotz dieser Besserung des Zustandes geht ein großer Teil der Tiere zugrunde. Erst eine Lösung von $^1/_{128}$%, welche in $^1/_{20}$ CC kaum 0.004 Mg enthält, wirkt schwächer, da die Tiere obwohl sie unmittelbar nach dem Versuch geschwächt waren, ja sogar Anzeichen einer Paralyse der hinteren Extremitäten zeigten, dennoch nach 24 Stunden zur Norm zurückkehrten.

Wenn ich die Küchenschaben per anum mit schwachen oder starken Lösungen injizierte, erhielt ich stets die gleichen Erscheinungen, welche sich nur graduell unterschieden. Unmittelbar nach der Injektion zeigten die Tiere eine erhöhte Beweglichkeit, fingen dann an, schwach zu werden, fielen auf den Rücken und lagen einige Zeit völlig bewegungslos, selbst ohne mit den Fühlern zu zucken. Dieses Ruhestadium dauerte ziemlich lange, dann erst traten heftige, krampfartige Zuckungen der Extremitäten und des ganzen Abdomens auf. Der Anfall ging bald vorüber und wiederum lag das Tier bewegungslos da. In dieser Weise wiederholten sich diese Erscheinungen rhythmisch. Bei einigen Küchenschaben ließen sich krampfartige Zuckungen, überdies noch auch an den Fühlern beobachten, welche mit den Bewegungen eines an einem Ende befestigten Stabes Ähnlichkeit hatten.

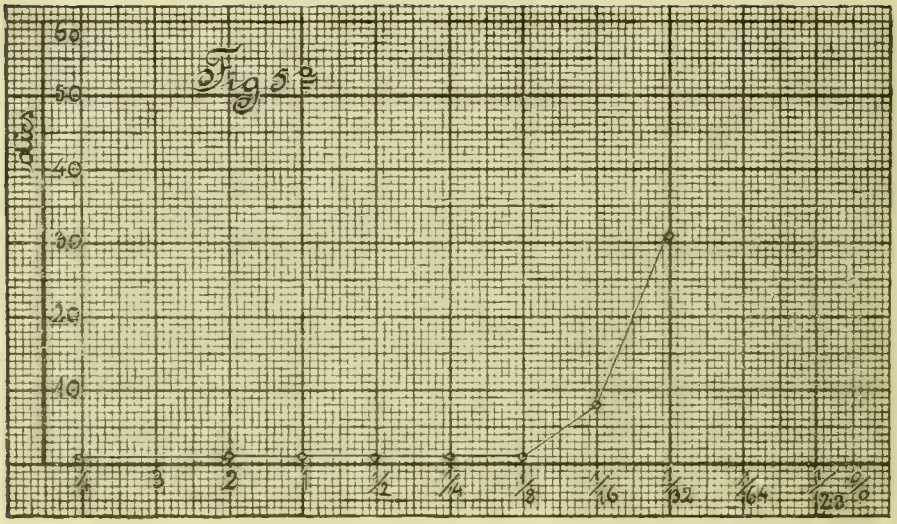
Das Veratrin steigert auch die Sekretionstätigkeit, da die Oberfläche des Körpers der injizierten Tiere mit sehr feinen Tröpfchen gleichsam wie mit Schweiß bedeckt war. Die Menge des Sekretes mußte ziemlich bedeutend sein, da der ganze Boden des Glasgefäßes, in welchem die Tiere aufbewahrt wurden, bald nach dem Versuche feucht war. Die obigen Erscheinungen habe ich noch ganz deutlich nach Einführung einer Lösung von $^1/_8$% beobachtet. Erst eine Lösung von $^1/_{32}$% brachte keine Veränderung mehr hervor.

Sowohl in der Tabelle VI. wie auch aus den Kurven (Fig. 5 a und b) ersieht man, daß das in die Leibeshöhle eingespritzte Veratrin uvergleichlich heftiger wirkt als das in den Darmkanal eingeführte.

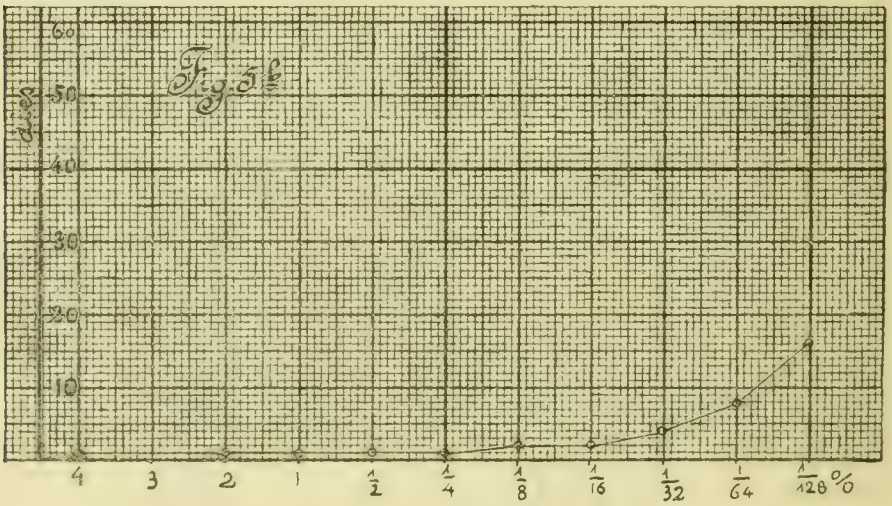
Bekanntlich gehört das Veratrin zu den für höhere Tiere am heftigsten wirkenden Giften und dasselbe gilt auch für die Kü-

TABELLE VI.

Prozent der Lösung	4%		2%		1%		1/2%		1/4%		1/8%		1/16%		1/32%		1/64%		1/128%		1/256%	
Die Menge des Alkaloid in 1/20 CC in Mg. ausgedrückt	2		1		1/2		1/4		1/8		1/16		1/32		1/64		1/128		1/256			
Injektionsweise a = per anum; s = Segment	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s
Tiere Nr 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	3	—	2	—	2		
„ „ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	18	3	—	2	—	3		
„ „ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	29	4	—	3	—	5		
„ „ 4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	12	3	45	4	—	4	—	25		
„ „ 5	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	3	26	3	65	7	—	30		45		
Das Mittel aus der Länge des Lebens in Tagen ausgedrückt.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	2	31	4	—	8	—	16		



Veratrin in den Darmkanal injiziert.



Veratrin in die Leibeshöhle injiziert.

chenschaben. Die tödliche Gabe für eine Küchenschabe von 0·714 G. Gewicht beträgt 0·004 Mg, was etwa ungefähr 5·5 Mg auf 1 Kg. Küchenschabe ausmachen würde. Da auf 1 Kg. Kaninchen[1]) die tödliche Gabe 2·6 Mg beträgt, so ist die Küchenschabe nur zweimal widerstandsfähiger als das Kaninchen.

Es ist sehr charakteristisch, daß das Veratrin fast eben so heftig auf die Küchenschabe wie auf die höheren Tiere wirkt. Es läßt sich hieraus vermuten, daß das Veratrin ein Körper ist, welcher sich mit der gleichen Leichtigkeit mit den Zellplasma der höheren und der niederen Tiere verbindet.

Strychnin (Strychninum nitricum).

Da Strychnin zu denjenigen Alkaloiden gehört, welche in Wasser sich schwer lösen, so konnte ich keine stärkere Lösung als eine 2% benutzen. Selbst die 2% Lösung konnte nur nach Zugabe von Glyzerin hergestellt werden, und zwar nahm ich auf 80 Teile Wasser 20 Teile Glyzerin. Zur Bereitung schwächerer Lösungen wurde die 2% Glyzerinlösung weiter mit Wasser verdünnt; infolgedessen verminderte sich auch in diesen Lösungen der Glyzeringehalt. Um mich zu überzeugen, ob das Glyzerin keinen schädlichen Einfluß ausübt, injizierte ich den Küchenschaben Glyzerin, welches zur Hälfte mit Wasser verdünnt war. Die so behandelten Tiere waren zwar geschwächt, doch war die Veränderung nicht wesentlich. Dreifach verdünntes den Tieren eingeführtes Glyzerin hatte nicht die geringsten sichtbaren Folgen.

Eine 2%, 1%, ½% Lösung von Strychninum nitricum, in die Leibeshöhle injiziert, rief eine bedeutende Schwächung und darauf Paralyse der Extremitäten hervor. Diese begann an dem dritten Paare, mithin in der Gegend der Injektionsstelle. Nach 24 Stunden war die Schwäche noch nicht geschwunden und es zeigten sich noch geringe krampfartige Zuckungen. Waren die Tiere sehr geschwächt, so traten keine krampfartigen Zuckungen auf. Wurde eine Lösung von ¼% in die Leibeshöhle eingespritzt, so hatte sie keinen so großen Einfluß, ja die Tiere konnten ziemlich gut gehen. Ferner konnte ich auf der Oberfläche des Körpers kleine Tröpfchen beobachten und der Boden des Gefäßes, in welchem ich die Tiere aufbewahrte

[1]) Dr. W. Bernatzik und Dr. A. E. Vogl. — Lehrbuch der Arzeneimittellehre Wien 1891.

war feucht. Es hatte also eine starke Sekretion stattgefunden. Eine 2% und eine 1% Lösung, per anum injiziert, ruft anfangs keine charakteristischen Erscheinungen hervor; die Tiere sind nur wenig geschwächt, am anderen Tage jedoch tritt die Schwächung deutlicher auf. Eine 1/2 und 1/4% Lösung hat nicht die geringste Wirkung. Auf Grund der Tabelle VII und der Kurven (Fig. 6 a und b)

TABELLE VII.

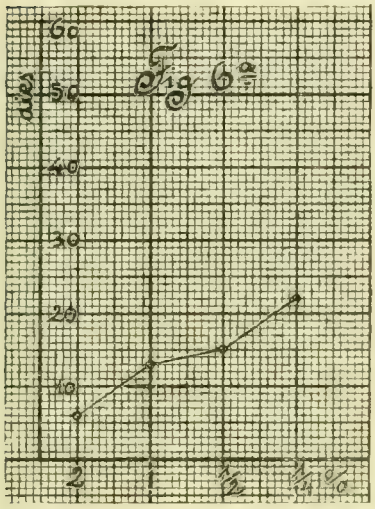
Prozent der Lösung	2%		1%		1/2%		1/4%	
Die Menge des Alkaloids in 1/20 C C, in Mg. ausgedrückt.	1		1/2		1/4		1/8	
Injektionsweise a = per anum; s = Segment.	a	s	a	s	a	s	a	s
Tiere Nr. 1	1	1	2	1	2	2	2	3
„ „ 2	3	1	4	3	3	3	18	3
„ „ 3	3	2	17	4	16	4	18	4
„ „ 4	9	2	30	5	22	6	33	4
„ „ 5	13	3	[1])	9	33	6	38	5
„ „ 6	—	—	—	—	—	—	—	6
„ „ 7	—	—	—	—	—	—	—	6
„ „ 8	—	—	—	—	—	—	—	14
„ „ 9	—	—	—	—	—	—	—	20
„ „ 10	—	—	—	—	—	—	—	33
Das Mittel aus der Länge des Lebens, in Tagen ausgedrückt.	6	2	13	4	15	4	22	10

können wir als tödliche Gabe des in die Leibeshöhle injizierten Strychnins 1/4% aufstellen. Die Wirkung ist bei Einführung per anum viel schwächer. Rechnen wir diese Menge auf 1 Kg. Gewicht aus, so erhalten wir als tödliche Dosis für die Küchenschabe 350 Mg. Nach der Angabe von Falck[2]) beträgt für 1 Kg. Frosch

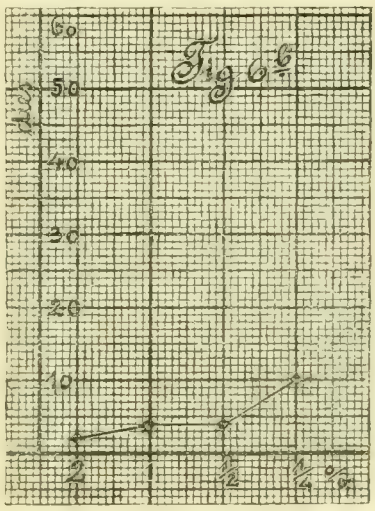
[1]) Ein Exemplar ist mir unbemerkt verloren gegangen.

[2]) Dr. W. Bernatzik und Dr. A. E. Vogl. Lehrbuch der Arzeneimittellehre Wien. 1901.

die tödliche Gabe 2·1 Mg., d. h. 166 mal mehr als auf 1 Kg. Küchenschabe. Das Kaninchen geht nach Injektion von 0·6 Mg. auf



Strychnin in den Darmkanal injiziert.



Strychnin in die Leibeshöhle injiziert.

1 Kg. Gewicht zugrunde, für dasselbe ist also die tödliche Gabe 583 mal größer als für die Küchenschabe. Es ist also die Wirkung dieses für die Wirbeltiere außerordentlich tödlichen Giftes auf die Küchenschabe ganz gering, was wir übrigens schon früher bei Ernährungsversuchen festgestellt haben.

Man könnte daran denken, daß der Unterschied in der Wirkung des Strychnins auf die Küchenschaben und auf höhere Tiere mit der außerordentlich spezifischen Wirkung dieses Alkaloids in Verbindung steht. Bekanntlich wirkt Strychnin auf gewisse Nervenzentren, welche bei höheren Tieren stark entwickelt sind, und daher ist das Strychnin auch für diese Tiere so giftig. Bei der Küchenschabe fehlen so stark entwickelte motorische Nervenzentren und deswegen wirkt vielleicht auch das Strychnin auf diese Tiere schwächer.

Nikotin (Nicotinum).

Eine 8%, 4%, 2% Lösung, welche in die Leibeshöhle eingeführt wurde, ruft sofort krampfartige Zuckungen und darauf vollständige Hemmung der Bewegung hervor. Das Nikotin wirkte so

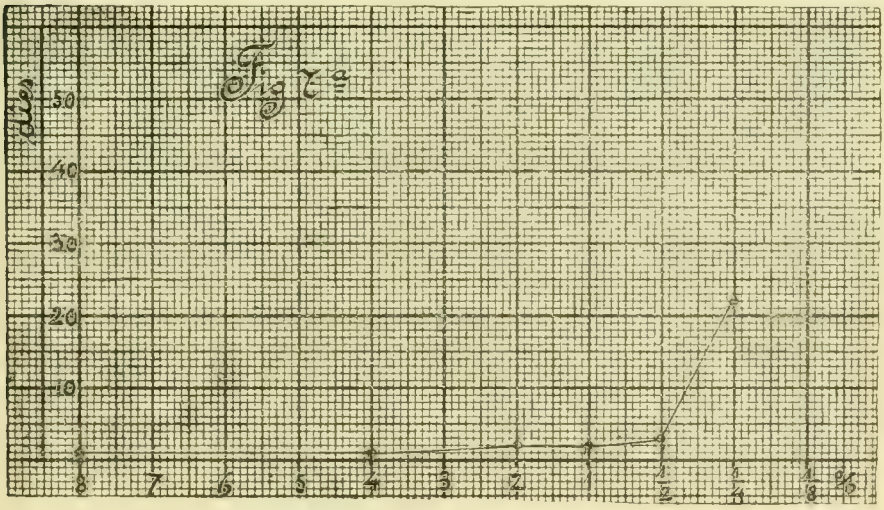
schnell, daß die Zuckungen schon unmittelbar nach der Injektion, während ich das Tier noch in den Fingern hielt, fühlbar wurden. Die krampfartigen Zuckungen dauerten kaum einige Sekunden, darauf trat völlige Bewegungslosigkeit ein. Als einzige Lebenszeichen konnten nur schwache Bewegungen der Mundwerkzeuge wahrgenommen werden. Eine $^1/_2$% in die Leibeshöhle injizierte Nikotinlösung ruft zwar fast vollständig analoge Erscheinungen wie die oben geschilderten hervor, ist aber nicht mehr so schädlich, denn die Tiere gehen am folgenden Tage nicht zugrunde. Immerhin sind die Folgeerscheinungen der Nikotinwirkung lang dauernd, da ich bei einer der lebenden Küchenschaben noch am 27. Tage nach dem Versuche die Extremitäten teilweise paralysiert gefunden habe. Ähnlich verhalten sich die Küchenschaben nach Injektion einer $^1/_4$% Lösung in die Leibeshöhle; die Tiere befanden sich am folgenden Tage zwar etwas besser und waren beweglicher, aber die Extremitäten waren teilweise noch in Beugungsstellung. Bei einem Tier beobachtete ich Paralyse des letzten Paares der Extremitäten noch nach 26 Tagen. Diese Küchenschabe bewegte sich ziemlich lebhaft, trug aber das letzte Extremitätenpaar unbeweglich in die Höhe gestreckt. Die mit $^1/_4$% Lösung injizierten Tiere legten sogar Kokons ab, welche jedoch um die Hälfte kürzer waren als normale.

Eine $^1/_8$% in die Leibeshöhle injizierte Nikotinlösung bewirkte sogleich krampfartige Zuckungen, welche an dem letzen Extremitätenpaar begannen und nach vorne zu fortschritten. Dieselben hörten nach kurzer Zeit auf, es trat Paralyse ein, die Tiere bewegten nur die Mundwerkzeuge. Erst nach drei Viertelstunden begannen die ersten Bewegungen der Extremitäten, doch war das Tier noch sehr schwach. Am folgenden Tage nach dem Versuche verhielten sich die Tiere in normaler Weise, liefen herum und zwei derselben legten am fünften Tage Kokons ab, welche normale Größe hatten.

Nach Injektion von 8%, 4%, 2%, 1%, $^1/_2$% Lösungen per anum beobachtete ich eine starke Schwächung der Tiere und Paralyse der Extremitäten. Zwar ruft eine $^1/_4$% Lösung eine zeitweilige Schwächung hervor, aber die Tiere konnten noch gehen. Die Widerstandsfähigkeit der Tiere wurde in der Tabelle VIII und in den Kurven (Fig. 7 a und b) dargestellt, in denen die auf $^1/_4$% und $^1/_8$% Lösungen bezüglichen Daten der Versuche stehen, welche an zehn Tieren ausgeführt worden sind.

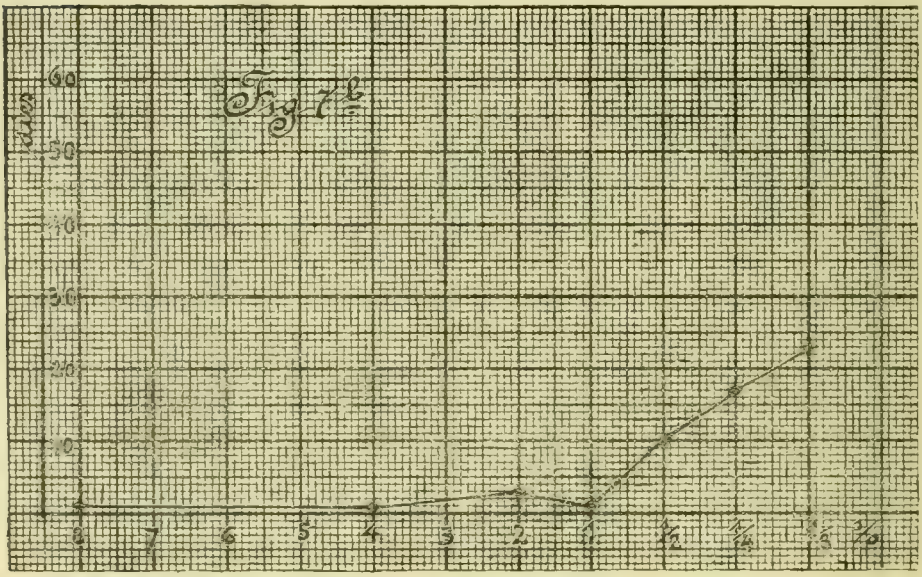
TABELLE VIII.

Prozent der Lösung	8%		4%		2%		1%		1/2%		1/4%		1/8%	
Die Menge des Alkaloids in 1/20 CC, in Mg. ausgedrückt.	4		2		1		1/2		1/4		1/8		1/16	
Injektionsweise a = per anum; s = Segment.	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s
Tiere Nr. 1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	7	—	4
„ „ 2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	7	—	4
„ „ 3	1	1	1	1	2	2	2	1	3	5	3	8	—	9
„ „ 4	1	1	1	1	2	3	2	1	3	6	4	29	—	22
„ „ 5	2	1	1	1	2	9	2	3	5	35	4	34	—	22
„ „ 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37	—	—	26
„ „ 7	—	—	—		—		—	—			57	—	—	34
„ „ 8		—			—	—	—				41			34
„ „ 9				—		—	—	—	—	—	45	—	—	36
„ „ 10		—	—	—					—	—	45		—	38
Das Mittel aus der Länge des Lebens, in Tagen ausgedrückt.	1	1	1	1	2	3	2	1	3	10	22	17		23



Nikotin in den Darmkanal injiziert.

Im Verlaufe der Kurve (Fig. 7 b) ist eine Unregelmäßigkeit zu konstatieren, welche sich wohl darauf zurükzuführen läßt, daß



Nikotin in die Leibeshöhle injiziert.

unter den wenigen (5) zum Versuche benutzten Tieren, sich solche befanden, welche eine größere Widerstandsfähigkeit hatten, als die übrigen. Solche individuellen Schwankungen der Widerstandsfähigkeit kehren vielfach wieder. Der Punkt, durch welchen die Kurve wahrscheinlich verlaufen wäre, habe ich mit einem Stern bezeichnet. Aus der Tabelle und den Kurven geht hervor, daß die für die Küchenschabe tödliche Dosis des in die Leibeshöhle injizierten Nikotins $^1/_{16}$—$^1/_8$ Mg. des reinen Präparates betragen muß.

Ein Vergleich der Wirkung des Nikotins zwischen Küchenschaben und höheren Tieren läßt sich nicht durchführen, weil die Angaben in der Literatur nicht genau sind. So z. B. gibt Schroff[1]) an, daß für einen Hund die tödliche Gabe $^1/_2$—1 Tropfen, für das Kaninchen $^1/_4$ Tropfen beträgt. Hieraus ersieht man, daß das Nikotin für höhere Tiere sehr schädlich ist, auf die Küchenschabe

[1]) Dr. W. Bernatzik und Dr. A. E. Vogt — Lehrbuch der Arzneimittellehre Wien. 1891.

hingegen nicht so heftig wirkt, aber immerhin zu den am stärksten wirkenden Alkaloiden gehört. In dieser Beziehung nähert sich das Nikotin dem Veratrin. Es ist bemerkenswert, daß der Charakter der Kurven beider Alkaloide sehr ähnlich ist; bei beiden steigt die Kurve für die per anum injizierten Alkaloide steil an, dagegen erhebt sich die Kurve für das in die Leibeshöhle injizierte Alkaloid langsam.

Auch ist es für das Nikotin charakteristisch, daß die Folgeerscheinungen im Organismus lange sichtbar bleiben. Mit dem allgemeinen Schwächerzustand mag es vielleicht zusammenhängen, daß die Tiere die Kokons schneller ablegen und diese dann kürzer sind.

Muskarin (Muscarinum).

Die Küchenschaben vertragen eine 8% unter ein Segment injizierte Lösung sehr gut. Man konnte an den Tieren nach der Injektion keine Schwächung beobachten; nur die Oberfläche des Körpers war mit kleinen Tröpfchen bedeckt und der Boden des Gefäßes, in welchem sich die Tiere befanden, war naß, was auf eine verstärkte Sekretion schließen ließ.

Ähnlich verhalten sich die Tiere, denen Muskarin per anum injiziert worden ist; eine Schwächung ist zwar nicht sichtbar, doch

TABELLE IX.

Prozent der Lösung	8%		4%	
Die Menge des Alkaloids in 1/20 CC, in Mg. ausgedrückt	4		2	
Injektionsweise a = per anum; s = Segment.	a	s	a	s
Tiere Nr. 1	2	26	3	—
„ „ 2	6	28	6	—
„ „ 3	7	29	21	—
„ „ 4	7	41	21	—
„ „ 5	22	43	33	—
Das Mittel aus der Länge des Lebens, in Tagen ausgedrückt.	9	33	17	—

ist das aus der Länge des Lebens berechnete Mittel viel kürzer: Unter den mit einer 8% Lösung per anum injizierten Tieren legten zwei am dritten Tage nach dem Versuche sogar Kokons ab. Die Wirkungsweise des Muskarins ist am besten aus der Tabelle IX. zu ersehen, welche zugleich die Unschädlichkeit desselben dartut.

Das Muskarin gehört zu den heftigsten Giften für höhere Wirbeltiere. Für 1 Kg Kaninchen beträgt die tödliche Gabe 0·0026 G. Die 8% Lösung, welche ich zu der Injektion der Küchenschaben benutzte, war 2154 mal stärker, als die tödliche Gabe für Kaninchen und dennoch für die Küchenschabe fast unschädlich. Es ist dies um so interessanter, als andere Insekten wie z. B. Fliegen gegen die Wirkung des Muskarins sehr empfindlich sind.

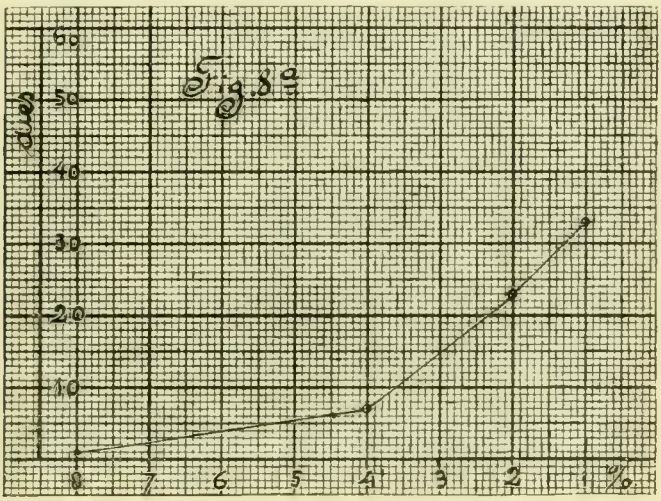
Pilokarpin (Pilocarpinum hydrochloricum).

Eine 8% unter ein Segment injizierte Lösung wirkt auf den Organismus tödlich, da die Tiere sofort nach der Injektion in Pa-

TABELLE X.

Prozent der Lösung	8%		4%		2%		1%	
Die Menge des Alkaloids in $^1/_{20}$ C.C, in Mg. ausgedrückt.	4		2		1		$^1/_2$	
Injektionsweise a = per anum, s = Segment.	a	s	a	s	a	s	a	s
Tiere Nr. 1	1	1	40	2	—	6	—	5
„ „ 2	4	1	79	2	—	6	—	7
„ „ 3	4	1	89	2	—	7	—	29
„ „ 4	4	2	111	4	—	10	—	31
„ „ 5	5	2	124	23		14	—	31
„ „ 6	7	—	—	—	—	20	—	33
„ „ 7	7	—	—	—	—	23	—	41
„ „ 8	8	—	—	—	—	36	—	45
„ „ 9	10	—	—	—	—	45		48
„ „ 10	18	—	—	—	—	59	—	56
Das Mittel aus der Länge des Lebens in Tagen ausgedrückt.	7	1	89	7		23	—	33

ralyse verfallen, welche vor der Injektionsstelle nach vorne fortschreitet. Nach einer Stunde waren die Tiere noch wie leblos und



Pilokarpin ia die Leibeshöhle injiziert.

bewegten nur schwach die Mundwerkzeuge. Die Sekretionsfunktion war außerordentlich gesteigert, da der Boden des Gefäßes, in welchem sich die Tiere befanden, naß war. Ähnlich wirkt eine 4% Lösung und ruft bei manchen Tieren sowohl krampfartige Zuckungen wie auch eine bedeutende Sekretion hervor. Auch eine 2% Lösung wirkte noch schwächend und erhöhte die Sekretionstätigkeit, zuweilen traten auch schwache krampfartige Zuckungen auf. Erst eine 1% Lösung wirkte schwach. Bei der Injektion des Pilokarpins per anum ließen sich keine Veränderungen an den Tieren wahrnehmen; die Tiere verhielten sich normal.

Aus der Tabelle X. und Kurve (Fig. 8 a) geht hervor, daß das Pilokarpin auf die Küchenschaben nur schwach einwirkt; die Wirkungen sind ähnlich denjenigen, welche bei höheren Tieren beobachtet werden können, vor allem nämlich die erhöhte Sekretion.

Atropin (Atropinum sulfuricum).

Eine 8% in die Leibeshöhle injizierte Lösung von Atropin ruft eine sofortige Schwächung hervor. Das Tier bleibt bewegungslos liegen, dann treten krampfartige Zuckungen auf. Die Sekretions-

tätigkeit ist erhöht, und der Boden des Gefäßes ist naß. Am folgenden Tage lassen sich fast rhythmisch aufeinander folgende krampfartige Zuckungen beobachten. Ähnlich wirkt eine 4% Lösung und erst eine 2% hat einen geringeren Einfluß. Zwar ruft dieselbe noch eine bedeutende Schwächung und Sekretion hervor, doch sind diese Erscheinungen nur vorübergehend, da die Tiere am anderen Tage nach dem Versuche sich ziemlich gut befanden und frei herumliefen.

Ähnlich wirkt eine 8% per anum injizierte Lösung, indem dieselbe manche Individuen wenig schwächt, andere stark angreift. Die einen Tiere hatten krampfartige Zuckungen, andere waren geschwächt, konnten aber noch herumgehen.

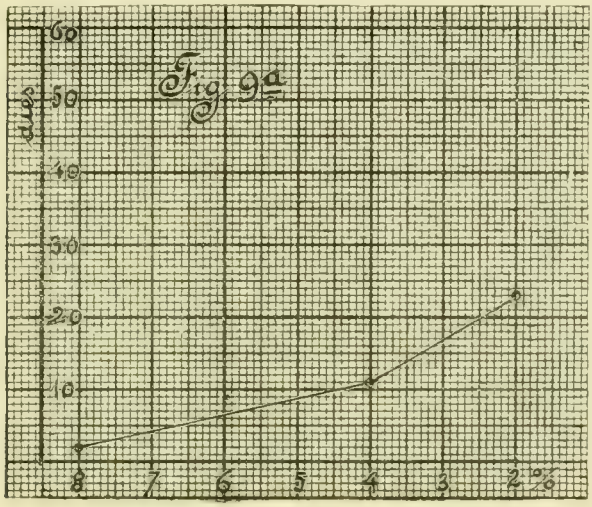
Die Wirkungsweise des Atropins ersehen wir aus Tabelle XI. und Kurve (Fig. 9 a).

TABELLE XI.

Prozent der Lösung	8%		4%		2%	
Die Menge des Alkaloids in $^1/_{20}$ CC, in Mg. ausgedrückt.	4		2		1	
Injektionsweise a = per anum; s = Segment	a	s	a	s	a	s
Tiere Nr. 1	1	1	—	4	—	3
„ „ 2	2	1	—	4	—	4
„ „ 3	2	1	—	4	—	4
„ „ 4	3	2	—	13	—	4
„ „ 5	4	2	—	31	—	7
„ „ 6	41	2	—	—	—	31
„ „ 7	41	3	—	·	—	35
„ „ 8	43	3	—	—	—	37
„ „ 9	52	4	—	—	—	44
„ „ 10	79	4	—	—	—	64
Das Mittel aus der Länge des Lebens, in Tagen ausgedrückt.	27	2	—	11	—	23

Die bemerkenswerteste Erscheinung, welche während der Versuche mit Atropin zu beobachten war, ist die vermehrte sekreto-

rische Tätigkeit. Diese Erscheinung steht im Gegensatz zu der Wirkung des Atropins auf höhere Tiere, bei welchen bekanntlich die



Atropin in die Leibeshöhle injiziert.

sekretorische Tätigkeit durch das Atropin verringert wird. Diese Unterschiede in der Wirkung sind möglicherweise in der Eigentümlichkeit des Nervensystems der Küchenschaben begründet.

Ähnlich wie bei den Versuchen mit Nikotin zeigte es sich, daß die Wirkung des Atropins längere Zeit (bis zu einigen Tagen) anhält. Man konnte annehmen, daß das Alkaloid längere Zeit hindurch in dem Organismus verbleibt. Um mich davon zu überzeugen, injizierte ich eine Anzahl von Küchenschaben per anum mit Atropin (8%) und bewahrte diese längere Zeit auf. Nach einer Woche wurde der Darmkanal herauspräpariert, zerrieben, mit absolutem Alkohol ausgezogen, filtriert und dem Filtrat ein Tropfen Salzsäure hinzugefügt. Nachdem die Flüssigkeit bis zur Trockenheit auf dem Wasserbade abgedampft war, löste ich die trockene Substanz in ein wenig destilliertem Wasser und führte einige Tropfen von dieser Flüssigkeit in den Konjunktivalsack einer Katze ein. Nach zehn bis fünfzehn Minuten trat eine sehr deutliche lang anhaltende Erweiterung der Pupille ein, welche unzweifelhaft auf die Gegenwart von Atropin in der Flüssigkeit schließen ließ. Das Extrakt aus dem Darmkanal von nicht injizierten Küchenschaben in der gleichen

Weise wie vorher zubereitet und in den Konjunktivalsack einer Katze eingeführt, blieb wirkungslos.

Wenn wir die Tabellen, in denen die Wirkungsweise der verschiedenen Alkaloide zusammengestellt sind, überblicken, überzeugen wir uns leicht, daß die Widerstandsfähigkeit der Küchenschaben gegen die Lösung des gleichen Alkaloids und des gleichen Konzentrationsgrades sehr große individuelle Schwankungen aufweist. Je stärker die Lösung eines Alkaloides und je energischer dessen Wirkung ist, umso geringer sind die individuellen Schwankungen der Tiere gegen diese Lösung. Bedeutende individuelle Schwankungen der Widerstandsfähigkeit können wir sowohl unter dem Einfluß von schwach wirkenden, aber in großer Dosis gereichten Alkaloide, als auch unter dem Einfluß von starken aber in kleinen Dosen gereichten Alkaloide beobachten. Die individuellen Schwankungen ließen sich daher am leichtesten bei Versuchen mit schwach wirkenden Substanzen feststellen, da unter dem schädlichen Einfluß derselben die weniger widerstandsfähigen Tiere schnell zugrunde gehen, während die stärkeren bedeutend länger leben.

Wie oben bereits erwähnt wurde, wirken die per anum eingeführten Alkaloide weniger heftig, als die in die Leibeshöhle eingeführten. Eine Ausnahme von dieser Regel scheint nur das Chinin zu bilden; doch ist eine Ursache dafür nicht leicht zu finden. Die schwächere Wirkung der in den Darmkanal injizierten Alkaloide findet ihre Erklärung in den Hindernissen, welche die Substanzen bei ihrer Verbreitung im Organismus antreffen. Diese können dreierlei Art sein: 1) das Alkaloid kann aus dem von einer verhältnismäßig dicken Wand begrenzten Raume nicht leicht in das Blut diffundieren, obwohl die Alkaloide selbst gewöhnlich osmotisch bedeutend wirksame Körper sind; 2) die Alkaloide können im Darmkanal unschädliche Verbindungen eingehen; 3) schließlich können einzelne Alkaloide aus dem Darmkanal leicht ausgeschieden werden. Gegen die letztere Behauptung spricht jedoch der Versuch mit Atropin, bei welchem es sich zeigte, daß das Alkaloid noch eine Woche nach dem Versuche sich im Organismus befindet.

Die verwendeten Alkaloide zeichnen sich durch verschiedene Wirkungsgrade aus. Nach ihrer Wirkung zusammengestellt, ergeben sie folgende Reihe, wobei das am stärksten wirkende Alkaloid den Anfang bildet: 1) Veratrin, 2) Nikotin, 3) Strychnin,

4) Kokain, 5) Koffein, 6) Pilokarpin, 7) Chinin, 8) Apomorphin, 9) Atropin, 10) Morphin. 11) Muskarin.

Es ist auffallend, daß ein auf höhere Tiere sehr stark wirkendes Alkaloid, nämlich das Muskarin, sich am Ende dieser Reihe befindet. Abgesehen von verschiedenen anderen Unterschieden würde diese Tatsache allein schon zur Begründung der Behauptung ausreichen, daß die Alkaloide auf Küchenschaben ganz anders wirken als auf höhere Tiere.

Wir müssen daher mit aller Entschiedenheit hervorheben, daß man die an höheren Tieren erlangten Resultate nicht ohne weiteres auf niedere Tiere übertragen kann.

Überhaupt zeichnen sich die Küchenschaben durch eine viel höhere Widerstandsfähigkeit gegen Alkaloide aus, als die höheren Tiere. Worin dieselbe begründet ist, ist schwer zu sagen. Nach unserer Meinung ist die Ursache dafür in dem langsamen Stoffwechsel der Küchenschaben zu suchen. Dafür spricht unter anderen der Umstand, daß die Küchenschabe außerordentlich lange ohne Nahrung leben kann, ferner, daß sie gegen niedere Temperaturen sehr empfindlich ist; sie kann offenbar nicht so viel Energie entwickeln, um dem schädlichen Einfluß der niederen Temperatur zu widerstehen. Analoge Erscheinungen finden wir bei Pflanzen und auch bei Tieren, bei denen ein schwacher Stoffwechsel festgestellt ist. Diese sind gegen giftige Substanzen sehr widerstandsfähig, z. B. Pflanzen in lethargischem Zustande oder z. B. die Raupen der gemeinen Kleidermotte [1]).

Es ist jedoch auch möglich, daß die Widerstandsfähigkeit der Küchenschaben von der verhältnismäßig geringen Entwicklung ihres Nervensystems abhängt, auf welches der größte Teil der Alkaloide heftig wirkt. Zum Belege dafür wäre das Strychnin anzuführen, welches auf die Küchenschabe sehr schwach, dagegen auf die Nervenzentren der höheren Tiere sehr stark einwirkt.

Der schwache Stoffwechsel und das vollständig anders geartete Nervensystem sind unserer Meinung nach die Ursachen, der auffallend großen Widerstandsfähigkeit der Küchenschaben gegen Alkaloide, wie man sie bei anderen bisher daraufhin untersuchten Organismen nicht findet.

[1]) L. Sitowski. Spostrzeżenia biologiczne nad molowcami. Rozpr. Ak. Um. T. XLV. Ser. B.

Diese Arbeit habe ich im Institute für vergleichende Anatomie der Krakauer Universität unter der Leitung des Prof. Dr. H. Hoyer (jun.) ausgeführt, welchem ich an diesem Orte meinen aufrichtigen Dank ausspreche, desgleichen auch Herrn Prof. Dr. M. Siedlecki, der mir mit seinen Ratschlägen in freundlichster Weise stets beigestanden hat.

---

50. M. M. RACIBORSKI m. c. **Utleniające i redukujące własności komórki żywej. Część II. Oxydaza zewnątrzkomórkowa.** *(Oxydierende und reduzierende Eigenschaften der lebenden Zelle. Abth. II. Über die extrazellulare Oxydase).* *(Propriétés oxydantes et réductrices de la cellula vivante. II partie. Sur l'oxydase extracellulaire.*

Oxydase der Alternaria tenuis.

Nachdem ich bei Aspergillus niger festgestellt hatte, daß die Jodide oxydierende Oxydase nach außen durch die jungen Hyphen sezerniert wird, suchte ich nach Pilzen, welche eine guajakbläuende Oxydase ausscheiden. Daß die Pilze verschiedene Oxydasen bilden, ist seit den Untersuchungen Schönbeins bekannt; in neuerer Zeit wurde besonders bei den Hutpilzen die Anwesenheit der Lakkase konstatiert, welche Polyphenole oxydiert, sowie auch die Anwesenheit der Tyrosin oxydierenden Tyrosinase (Bertrand, Bourquelot und Andere).

Als einige mit gewöhnlicher Agarnährlösung, in welcher mit Guajakharz durchtränktes Fließpapier eingebettet war, beschickte Petrischalen kurze Zeit im Laboratorium unbedeckt standen, entwickelten sich darin unter anderen nicht reagierenden Pilzen und Bakterien graue, rasch wachsende Kolonien einer Alternariaart, in deren Umgebung Guajakpapier sich intensiv blau färbte. Die Art entspricht wahrscheinlich der Alternaria tenuis Nees (Saccardo, Sylloge fungorum, IV, pag. 545, nr. 2612). Mit dieser anspruchslosen Art, welche in verschiedenen Nährlösungen gut gedeiht, habe ich manche Kulturversuche durchgeführt, um die Bildung und die Eigenschaften ihrer Oxydase kennen zu lernen.

Es wurden Stücke einer kräftig wachsenden Agarkultur auf verschiedene, befeuchtete Indikatorenpapiere gelegt, und zwar mit folgendem Resultat:

Guajak wird im Verlaufe einiger Stunden in der Umgebung der Kultur gebläut.

Benzidinpapier wird gebläut.

Ursol- d. wird schwarz.

Pyrogallol wird dunkelbraun.

Aloe-Barbados rot.

Phenolphtalin wird zu Phenolphtalein oxydiert.

In verdünnter Lösung des Ferroammoniumsulfats bildet sich rings um den Pilz ein brauner Niederschlag.

Dagegen wurde in zahlreichen Kulturen aus Jodkali kein Jod freigemacht, Tyrosinpapier blieb ohne jede Verfärbung. Aus diesen Reaktionen läßt sich folgern, daß wir bei Alternaria mit einer Oxydase, von dem Typus der Lakkase zu tun haben, und daß sie derjenigen ähnlich ist, welche von den Wurzeln der Phanerogamen nach außen sezerniert wird. Die Oxydase wird durch Alternaria ebenfalls ausgeschieden, und das Filtrat einer Alternariakultur gibt die oben angegebenen Reaktionen z. T. noch besser und intensiver als die lebenden Pilzkolonien. Die Filtrate mancher Kulturen färben z. B. Guajak momentan.

Aus einigen Kulturen, welche aus 1% Saccharose als Kohlenstoffquelle, und 1% Ammonsulfat als Stickstoffquelle, außerdem je 0·5‰ Kaliumphosphat, Kaliumchlorid und Magnesiumsulfat zusammengestellt war, wurde etwa 1 Liter Filtrat gewonnen. In ein Glas wurde 50 ccm reines Wasser, in ein anderes 50 ccm des Alternariafiltrats, in beide Gläser je 0·25 ccm einer schwachen, doch frischen alkoholischen Guajaklösung zugesetzt. Die Flüssigkeit der Alternaria wurde gleich schwach blau, nach einigen Minuten deutlich blau, während das reine Wasser erst nach 6 Stunden die ersten Spuren der Oxydation des Guajak durch den Sauerstoff der Luft zeigte.

Auf je 100 ccm Flüssigkeit wurden zugesetzt *a*) 25 gr, *b*) 50 gr, *c*) 75 gr Ammoniumsulfat. Das Filtrat von *b*) und *c*) zeigt keine Guajakreaktion, von *a*) eine sehr schwache nach Verlauf von 4 Stunden. Da möglicherweise die Anwesenheit des Ammoniumsulfats die Reaktion hemmen könnte, wurden alle drei Flüssigkeiten gegen reines Wasser in Schläuchen dialysiert. Tatsächlich zeigt die Flüssigkeit *a*) nach wenige Stunden anhaltender Dialyse eine intensive Reaktion, während *b*) und *c*) auch nach 24 Stunden lang anhaltender Dialyse nicht reagiert. Durch Zusatz von 50—75 gr.

zu je 100 ccm. der Oxydaselösung wird diese ausgesalzen und schwimmt auf der Oberfläche der Flüssigkeit. Dieser Niederschlag gibt im Wasser gelöst eine sehr intensive Guajakreaktion.

Wie ich schon in meinen Leptominstudien bemerkt habe, hemmen manchmal die reduzierenden Stoffe der Pflanze die Guajakreaktion. F. W. T. Hunger (Ber. d. d. bot. Ges. XIX, 375) sieht in dem reduzierenden Einflusse des in den Pflanzen so häufigen Traubenzuckers die Ursache des Nichterscheinens der Oxydasereaktion auch in den Fällen, wo diese zweifellos, aber neben der Glykose vorhanden ist. Um zu erfahren durch wie großen Glykosezusatz die Reaktionsfähigkeit der Oxydase der Alternaria gehemmt wird, wurden derselben folgende Mengen Traubenzucker zugesetzt: 0·2%, 5%, 10%, 20%, 40%. In den ersten fünf Lösungen war die Guajakreaktion gleichmäßig stark und momentan, in der 40%-Lösung war sie schwächer und erst nach einigen Minuten deutlich sichtbar. Es wird also die Guajakreaktion der Oxydase der Alternaria durch die in den Pflanzen vorkommenden Glykosemengen, im Gegensatz zu der Kokosmilchoxydase, welche in dieser Beziehung von Hunger untersucht war, gar nicht gehemmt. Möglicherweise üben andere bis jetzt uns unbekannte Stoffe, insofern solche außer der Glykose in der Kokosmilch vorhanden sind, den durch Hunger konstatierten hemmenden Einfluß auf die oxydative Tätigkeit der Oxydase aus.

In Anbetracht der in einer anderen Abhandlung beschriebenen Abhängigkeit der Jodidoxydasebildung bei Aspergillus von der chemischen Zusammensetzung der Nährlösung erschien eine analoge Untersuchung der Alternaria erwünscht. Sie lieferte jedoch nur negative Resultate; in allen Nährlösungen, in welchen Alternaria kultiviert wurde, zeigte sich auch die Reaktion der Guajakoxydase. Ich habe zwar nur die Kohlenstoffquelle variiert, als Stickstoffquelle diente in allen Fällen 1% Ammonsulfatlösung. Es wurde benützt Pepton, Acetamid, Glykokoll, Äthylenglykol, Seignettesalz, essigsaures Natrium, Rohrzucker, Traubenzucker, Maltose, alles in 2% Lösung. In weinsaurem Kalium-Natrium gedeiht unser Pilz gar nicht, in Glykokoll und in essigsaurem Natrium wächst er sehr schwach, bildet doch aber die Oxydase, in allen anderen Lösungen wächst er stärker und bildet reichlich die Oxydase. In allen Fällen wird die Reaktion durch Zusatz von H_2O_2 verstärkt. Doch zeigen die älteren, fruktifizierenden Kulturen, also solche die etwa 12—20

Tage alt sind, keine Reaktion mehr, die Oxydase wird also entweder zerstört oder in ihrer Wirkung gehemmt. Am schnellsten verschwindet die Oxydasereaktion in den am üppigsten und am schnellsten wachsenden Kulturen, also in den Lösungen der Kohlehydrate und des Peptons.

Aus Anlaß der Untersuchungen G. Bertrand's (Comptes rendus 1897, pag. 1032; 1355) über die sog. Co-Fermente und die Rolle der organischen Mangansalze bei Oxydationen will ich hervorheben, daß die Kulturen der Alternaria bei mir schon über ein Jahr lang fortgesetzt werden und während dieser Zeit zahlreiche Male in frische Nährlösungen umgeimpft wurden. Es wurde jedoch denselben absichtlich nie Eisen, Mangan oder Kupfer zugesetzt. Die Chemikalien wurden möglichst rein bezogen. Trotzdem bildet sich in diesen manganfreien Nährlösungen immer die Oxydase. Obwohl in Anbetracht der verschwindend geringen Metallmengen, um welche es sich hier handeln kann, Vorsicht geboten ist, so glaube ich doch als sehr wahrscheinlich annehmen zu können, daß die Oxydase der Alternaria sich in tatsächlich manganfreiem Nährboden bildet.

Über die Oxydase der Tracheen und Tracheiden.

Während der Versuche mit der Oxydase der Wurzeloberfläche der Phanerogamen habe ich die Beobachtung gemacht, daß manche der benützten, leicht oxydablen Chromogene in das Innere der lebenden Wurzel diosmieren und erst im Inneren der lebenden Pflanze oxydiert werden. Ich habe solche Chromogene benützt, um die Stellen der Oxydation derselben im Inneren der Pflanze festzustellen; eine Aufgabe, welche W. Pfeffer mit Hilfe des Cyanins und des Methylenblaus vor langen Jahren lösen wollte. Zu meinen Versuchen wurde Benzidin und α-Naphtylamin in sehr verdünnten, nicht toxischen Dosen verwandt und zwar Benzidin als freie Base in 0·01, 0·001 und 0·0005%, α-Naphtylamin als 0·005, 0·001 und 0·0005% Lösung. Wie wenig und wie langsam solche Lösungen schädlich wirken, zeigt der Umstand, daß in einer 0·001% Benzidinlösung, welche mehrere Male gewechselt wurde, Zweige der Hoya carnosa, Tradescantia, Phalaris, Peperomia drei Monate lang lebend bleiben konnten. Die Keimpflanzen des Fagopyrum, Zea Mays und Pisum sativum wachsen in solcher Lösung im Dunkeln ebenso lange, wie in destilliertem Wasser, falls sich nur keine Bakterien in derselben

einnisten, welche sich in diesen Flüssigkeiten doch viel stärker, als in einer gewöhnlichen Wasserkultur vermehren.

Die Ergebnisse der Untersuchung waren im ersten Augenblick überraschend. Während die benutzten Chromogene durch die Oxydase der Wurzeloberfläche teilweise oxydiert wurden, ist doch ein Quantum derselben durch die Plasmahaut in das Innere der Zellen eingedrungen, ohne hier — und diese Erscheinung stimmt mit den Ergebnissen Pfeffers überein — eine Oxydation zu erleiden. Nicht nur die parenchymatischen Zellen, sondern auch die an Oxydase reichen Siebröhren blieben ungefärbt, dagegen wurden farbige, unlösliche Oxydationsprodukte an der inneren Wand der Gefäße sichtbar. Also diosmiert die stark verdünnte, nicht toxische wässerige Lösung des Chromogens, für welche die Plasmahäute permeabel sind, in das Innere der Wurzel, ohne jedoch auf ihrem Wege irgendwelche der nötigen Bedingungen der Oxydation, also die Anwesenheit der Oxydsse oder des Sauerstoffs anzutreffen, und dringt in nicht oxydiertem Zustande bis in die Gefäßröhren der Pflanze ein, wo beide Bedingungen der Oxydation, diese letztere an der inneren Wand desselben, bewirken. Ähnlich wie an der Oberfläche der Wurzel kommt auch hier eine extrazellulare Oxydation vor, welche von den normalen intrazellularen Atmungs-Oxydationen der lebenden Pflanze sehr verschieden ist.

Zur Klärung der Sache sollte einerseits die Lokalisation der Oxydase zwischen der Epidermisaußenwand und den Gefäßen bekannt, andererseits die Erscheinung der Oxydation an der inneren Gefäßwand näher untersucht und dabei die Möglichkeit erwogen werden, ob hier nicht etwa eine Täuschung vorliegt, welche durch die stärkere Adsorption des Farbstoffs durch die verholzten Wände verursacht wäre, und zwar eines Farbstoffes, der vielleicht in äußerst starken Verdünnungen ohne eine durch Adsorption bedingte Anreicherung für uns unsichtbar bleiben müßte.

Die Lokalisationsuntersuchungen, über welche ich weiter unten berichten werde, haben ergeben, daß mit Ausnahme der Sieb- und Milchröhren die guajakbläuende (und andere Phenolderivate oxydierende) Oxydase — in der vorliegenden Abhandlung behandle ich nur diese Oxydase — außerhalb des Protoplasten der Pflanzen lokalisiert ist. Die Chromogene, welche mit dem durch die Wurzelresorptionsfläche aufgenommenen Wasser auf dem Wege der Osmose durch die plasmaerfüllten Zellen bis in die Gefäße gelangen, treffen

also auf ihrem Wege vor dem Erreichen der Gefäße gar keine Oxydase an.

Um die Möglichkeit eines Fehlers, welcher durch Färbung der Gefäßwände mit einer vorher schon gebildeten, doch zu stark verdünnten und deswegen nicht beobachteten Farbstofflösung verursacht worden wäre, zu prüfen, habe ich einige Versuche mit Oxynaphtamin angestellt. Der Farbstoff wurde durch die Oxydation des α-Naphtylamins mit Ammoniumpersulfat als schwarz-blauer Niederschlag erhalten, mit Wasser gewaschen, davon wurde eine alkoholische Lösung mit wenig Wasser gemacht und zum Färben benutzt. Es wurden damit keine brillanten Färbungen erzielt, doch färben sich die Siebröhren rötlich, ferner ein wenig die Wände der Parenchymzellen, der Bastzellen, der Gefäße und Tracheiden. Es resultiert also mit Oxynaphtamin eine ganz andere postmortale Färbung der Pflanzenschnitte als die erwähnte Lebendfärbung mit α-Naphtylamin. Ein anderer schon mit lebenden Keimlingen der Zea und des Pisum angestellter Versuch wurde mit einer wäßrigen Emulsion des Oxynaphtamins angestellt. Jetzt zeigten die Keimlinge eine schwache braunviolette Färbung mehrerer äußeren Schichten der Wurzelrinde, vielleicht auch eine, doch kaum sicher konstatierbare Färbung der verholzten Wände der Tracheen, dagegen keine solche Färbung, wie sie durch α-Naphtylamin in den Gefäßen zu erzielen ist. Es muß zwar zugestanden werden, daß in länger andauernden Versuchen der anfangs an der Oberfläche der Resorptionsfläche der Wurzel, dann in den Gefäßen gebildete, in Wasser praktisch fast unlösliche Farbstoff doch langsam herausdiffundiert und anderswo festgehalten werden kann. Ein solcher Fehler ist jedoch zu vermeiden, falls der Gang der Reaktion schrittweise von Zeit zur Zeit an mehreren Kontrollpflanzen untersucht wird.

Die intratracheale Oxydation der erwähnten Benzolderivate habe ich zunächst an den Wasserkulturen beobachtet. Nachträglich wurden, um eine größere Zahl von Exemplaren untersuchen zu können, die zahlreichen auf Fließpapier in breiten Glasschalen gekeimten Samen mit Chromogenlösung übergossen. Dann wurden, um mehrere Arten untersuchen zu können, abgeschnittene Zweige in die entsprechende Lösungen getaucht, und endlich wurde zum Studium der Lokalisation der Oxydasen auf den Tracheenwänden die weiter unten beschriebene Methode angewandt, nämlich das mit gesättigtem

Ammoniumsulfat unter der Luftpumpe durchtränkte Material wurde nachträglich an den Schnitten mit Benzidin H_2O_2 behandelt.

An sehr jungen Tracheen scheint die Oxydase ziemlich gleichmäßig deren Innenwände auszukleiden, in älteren Tracheen und Tracheiden aber nicht mehr. Ganz alte Tracheen sind oxydasefrei. In ausgewachsenen Sprossen einer Cucurbita ist die Oxydase da, wo zwei Tracheen aneinander seitlich angrenzen, auf diese Grenzfläche beschränkt, und hier besonders reichlich in den Tüpfeln vorhanden. Bei zahlreichen Pflanzen ist gerade die Benzidin-Wasserstoffsuperoxyd-Reaktion die schönste, und augenfälligste (im Vergleich zu der Ruthenium oxychloratum amoniacale mehr distinkte, zugleich billigere) Reaktion auf die Tüpfel z. B. auf die Hoftüpfel der Coniferen. Bei der Kiefer oder der Fichte nehmen diese, speziell der Torus eine dunkelblaue, dauerhafte Farbe an. Ich habe keine Gelegenheit gehabt, die zahlreichen Farbstoffe, welche nach Mangin spezielle Pektinindikatoren sind und die Mittellamelle tingieren, in betreff der interessanten Parallele der Lokalisation mit dem Benzidin-Wasserstoffsuperoxyd zu untersuchen. Die Färbung mit Rutheniumrot ist jedoch eine rein physikalische Erscheinung, welche auch an oxydasefreien Schnitten (resp. oxydasefreien Stellen der Mittellamelle) erscheint, während die Benzidinreaktion einer Oxydation ihren Ursprung verdankt.

Die Oxydase der Tracheen und Tracheiden scheint ihren Ursprung einer Sekretion der Strangparenchymzellen zu verdanken; diese scheiden einen Stoff in die Gefäßröhre aus, welcher sich dort in Oxydase verwandelt. Die Lokalisation dieses Körpers in älteren Gefäßen und Tracheiden an den Tüpfeln, durch welche das Wasser filtrierend wandert, könnte vielleicht uns ein Mittel in die Hand geben, die Wege der Wasserwanderung näher zu erforschen.

Über die Interzellularoxydase der Pflanzen.

Vor mehreren Jahren ist mir die sehr starke Oxydasereaktion, welche die Atemorgane mancher Pflanzen, nämlich die Aerophoren des Nephrodium callosum und diejenigen der keimenden Samen der Victoria regia zeigen, aufgefallen. (Raciborski, Weitere Mitteilungen über das Leptomin, Berichte d. d. bot. Ges. 1898, pag. 120). Eine sehr starke Reaktion geben ferner die Aerenchyme der Jussieaarten, Lycopus europäus, Bidens tripartita, und überhaupt die an Inter-

zellularen reichen Pflanzenorgane. In Anbetracht der erwiesenen Lokalisation der Guajakoxydase außerhalb des Plasmaleibes an den Resorptionszellen der Wurzel, ferner auf der inneren Wand der plasmafreien Tracheen und Tracheiden war es angezeigt, die Lokalisation der Oxydase in parenchymatischen Geweben der Pflanzen festzustellen. Da jedoch in den Pflanzen verschiedene Oxydasen vorhanden sind, so sollte zunächst die Interzellularenoxydase möglichst rein dargestellt werden, damit man ihre Eigenschaften kennen lernt, und erst auf Grund solcher Kenntnisse war eventuell die Möglichkeit vorhanden, eine Methode, welche die Lokalisation derselben anzeigen könnte, auszuarbeiten. Hervorheben will ich nämlich, was wahrscheinlich jeder auf dem Gebiete der Lokalisationen der Oxydasen Arbeitende empfindet, daß einerseits infolge der bedeutenden Löslichkeit der Oxydase in wäßrigen und alkoholischen Lösungen, andererseits infolge der ungewöhnlichen Empfindlichkeit mancher Indikatoren Schwierigkeiten und eine Möglichkeit der Irrtümer in stärkerem Maße als auf anderen Gebieten der Mikrochemie dem Forscher entgegentreten.

Wird durch frische Blattstiele der Nymphaea eine frisch bereitete Guajakemulsion ganz kurze Zeit, etwa einige Sekunden, und unmittelbar danach reines Wasser durchgesaugt, so färbt sich das letzte deutlich blau. Wird durch andere solche Blattstiele reines Wasser durchgesaugt, so färbt sich dasselbe nach Zusatz von Guajaktinktur blau. Das die intakten Zellwände umspülende, destillierte Wasser hat also die Oxydase gelöst, welche in Anbetracht der kurzen Zeit des Versuches schwerlich aus dem Inneren der Zellen, sondern vielmehr aus der Oberfläche der Membrane aus der bekannten schleimigen Auskleidung der Lufträume gelöst wurde. Die Mengen der auf solche Weise erhaltenen Oxydase sind gering, die beiderseitigen Schnittwunden des Blattstiels erregen Bedenken und so habe ich mich entschlossen, destilliertes Wasser durch die Spaltöffnungen der Blattlamina unter Saugung am Ende des Blattstiels mittelst einer Luftpumpe in die Lufträume eintreten zu lassen, die bei unserer Pflanze enorm große Oberfläche dieser Lufträume auszulaugen und das aus dem basalen Ende des Blattstieles austretende Wasser in eine Kolbe, welche mit dem Saugrohr der Luftpumpe verbunden war, zu sammeln. Diese Arbeitsweise erwies sich als ganz praktisch, sofern nur die Blattstiele unverletzt sind, die Blattlamina gänzlich unter Wasser liegen und die Gummischläuche,

welche die Sammelkolbe mit dem Blattstiel verbinden, sich bequem an die Blattstiele anlegen lassen. Unter dem Druck einer nicht besonders stark arbeitenden Wasserstrahlluftpumpe fängt aus dem Blattstiel bald die mit vielen Luftblasen gemengte Flüssigkeit an, in die Sammelkolbe zu tröpfeln, die Luftblasen werden dann immer kleiner, und man kann beliebige Mengen des durch die Blattinterzellularen filtrierten Wassers erhalten. Da jedoch die oxydative Fähigkeit eines solchen Filtrats mit dem Andauern des Saugens immer schwächer wird, so habe ich von einem Blatt nur 50 bis 250 ccm. Filtrat gesammelt. Das Filtrieren geht besser mit ganz frischen Blättern als mit solchen, die nach dem Abschneiden einige Stunden im Laboratorium in Wasser aufbewahrt waren, besser während der sonnigen Tagesstunden als am Abend. Benützt wurden die Blätter der Nymphaea alba, odorata und der als Zierpflanze bekannten N. Marliacii. Doch habe ich schmerzlich den Mangel einer Victoriapflanze empfunden.

Mit anderen an Lufträumen reichen Wasserpflanzen konnte ich nicht mehr so bequem, wie mit Nymphaea arbeiten, z. T. wegen der verminderten Wegsamkeit der Interzellularen wie bei Typha, oder wegen der zur Anlegung eines luftdichten Verschlusses wenig geeigneten Blattstiele, wie bei Sagittaria, oder endlich wegen der Kleinheit der Blätter wie bei Trapa. Bei vielen Landpflanzen konnte ich gar kein Wasser durch die Spaltöffnungen und Lufträume der Blattfläche filtrieren (Catalpa, Solanum tuberosum), bei anderen bekam ich nur geringe Mengen des Filtrats (Nicotiana Tabacum). Das Manometer der Luftpumpe zeigte zwar immer mehr als 50 mm., gewöhnlich wurde bei etwa 100 mm. Quecksilberhöhe gearbeitet.

Die Flüssigkeit, welche klar, sehr wenig opalisierend ist, oxydiert Guajak sehr stark und momentan ohne Zusatz von H_2O_2. Wir haben also eine verhältnismäßig sehr reine, jedenfalls von Zellinhaltsbestandteilen ganz freie Oxydaselösung in der Hand, wie sie wahrscheinlich noch nicht dargestellt worden ist. Auch können wir leicht fast beliebige Mengen davon bekommen. Die Lösung dieser extrazellulären Oxydase zeigte folgende Eigenschaften.

Reaktion ganz neutral. Mit Millon's Reagens keine Rötung auch nach dem Erwärmen; auch der über Schwefelsäure bei 30 mm. Druck durch Austrocknen erhaltene, sehr spärliche Niederschlag zeigt keine Reaktion. Biuretreaktion negativ. Reaktion Fehlings (auch nach Inversion), Ihl's Aldehydreaktion, Legal's Aldehydreaktion,

Schiff's schwefligsaures Fuchsin, salzsaures Orzin und Phlorogluzin zeigen keine Reaktion, Vanillin-Schwefelsäure ebensowenig. Vanadinsaures Ammonium, Titanschwefelsäure, eine Spur Chromsäure und Äther zeigen ebenfalls keine Reaktion. Bei Behandlung mit Eisenchlorid ist das Resultat nicht ganz klar; mit sehr geringen Mengen des Reagens scheint eine Spur von grauvioletter Färbung zu entstehen. Durch diese Reaktionen glaube ich in dem Filtrate die Abwesenheit der Eiweißstoffe, der Zuckerarten, Aldehyde, Wasserstoffsuperoxyd annehmen zu können.

Dagegen charakterisierte unsere Flüssigkeit die Fähigkeit, zahlreiche Oxydationen bei Gegenwart von Luftsauerstoff zu übermitteln, respektive zu beschleunigen. Die momentan auftretende Bildung des Guajakblau habe ich schon erwähnt, da jedoch diese für mikroskopische Untersuchungen der Lokalisation, soweit es sich um feinere Einzelheiten, in erster Linie um Entscheidung der Frage handelt, ob die Oxydase außerhalb oder innerhalb des Plasmaleibes ihren Sitz hat, wegen der Löslichkeit des Farbstoffs fast ganz untauglich ist und schon zu häufig zu Irrtümern Anlaß gegeben hat, habe ich eine ganze Anzahl anderer leicht oxydabler Stoffe mit Hilfe dieser Oxydase zu oxydieren versucht, und zwar ausnahmslos in neutraler Lösung. Es wurde dabei einerseits nach einer brauchbaren mikrochemischen Reaktion gesucht, das heißt nach einer solchen, die schnell auftritt, intensive Färbung zeigt und unlösliche gefärbte Produkte liefert; andererseits wurde der Bereich der Oxydationsfähigkeit der Interzellularoxydase festzustellen gesucht, um sie dadurch, — heute die einzig mögliche Methode — mit einer der schon bekannten identifizieren zu können.

Pyrogallol. Es wurde in je 100 ccm. Oxydaseflüssigkeit 1, 2 und 5 gr. Pyrogallol gelöst. Die Flüssigkeit bräunt sich rasch, die Bildung der unlöslichen Purpurogallinkristalle erfolgt jedoch erst nach längerer Zeit, und zwar am schnellsten in 1% Lösung. Dabei wurde Sauerstoff, wie die Versuche im Atmungsapparat zeigen, energisch absorbiert.

Hydrochinon verhält sich ähnlich, gebildet werden die schwarz grünlichen Chinhydrontäfelchen. Die Reaktion verläuft langsam.

Benzidin allein wurde auch nach 24 Stunden nicht gebläut. Dagegen nach Zusatz von H_2O_2 zu der Nymphaeaflüssigkeit wird dieselbe momentan oxydiert, der unlösliche dunkelblaue Farbstoff geht aber rasch in einen braunen über.

α-Naphtylamin liefert erst nach längerer Zeit eine schwach violette Färbung.

Aloe Barbados liefert eine intensiv rote Reaktion.

Phenolphtalin wird nur langsam zu Phenolphtalein.

Ferroammoniumsulfat liefert einen gallertartigen grauen Niederschlag, welcher nach einigen Tagen gelbbraun wird. eine meßbare Oxydation zu Ferri findet nicht statt.

Mannit liefert auch nach 48 Stunden keine die Fehlingsche Lösung reduzierende Substanz.

Traubenzuckerlösung und Formalin in der Oxydase gelöst absorbieren keinen Sauerstoff.

Tyrosin und Phenylalanin werden nicht oxydiert, auch nicht nach Zusatz von H_2O_2.

Jodkali liefert in 1 und 2%-Lösung kein Jod. Ebensowenig 10% JK-lösung mit trockener Oxydase. In sehr konzentrierten JK-lösungen wird dagegen etwas Jod nach 12—24 Stunden frei, doch es ist nicht zulässig, diese verspätete Jodkalispaltung der Wirkung einer Oxydase zuzuschreiben.

Guajakol allein gibt keine, nach Zusatz von H_2O_2 eine sehr intensive braunrote Reaktion.

Kaffeegerbsäure bräunt sich ein wenig nach längerer Zeit, die blaue Farbe wird nicht gebildet. Phloridzin wird nicht verändert.

p-Phenylendiaminchlorhydrat verursacht eine schwach violette Färbung, o-Phenylendiamin eine gelborange, m-Phenylendiamin gar keine Färbung. Mit α-Naphtol erzielt man nach längerer Zeit eine schwach violette, mit Para-Amidophenol rasch eine dunkel-violette, mit Dimethylparaphenylendiamin eine violette Färbung.

Eine lange Reihe sehr intensiv-gefärbter, z. T. unlöslicher Reaktionen der Oxydase wird durch die Bildung der Indophenole, Indoaniline und Indamine erhalten. Um die mikrochemische Reaktion sehr bedeutend zu beschleunigen, setze ich vielfach ein wenig H_2O_2 zu dem Gemisch hinzu, wobei jedoch immer festgestellt sein muß, ob H_2O_2 allein, schon ohne Oxydase die betreffende Oxydation herbeiführen kann oder nicht. Nur die für botanische Zwecke wichtigsten dieser Reaktionen notiere ich hier, ein Chemiker könnte die Zahl derselben bedeutend vermehren.

Dimethylparaphenylendiamin + Anilin, dunkelviolett.
„ + α-Naphtol, dunkelblau.

Dimethylparaphenylendiamin + Toluylendiamin (1, 2, 4), dunkelviolett.
" + Dimethylanilin + H_2O_2, dunkelviolett.
" + Chinolin, prachtvoll purpur, doch löslich.
" + Parätoluidin + H_2O_2, purpur.

Paraphenylendiaminchlorhydrat sowie Paramidophenol liefert mit oben genannten Stoffen und mit der Oxydase wiederum zahlreiche Farbstoffe, von welchen die durch Zusatz von Anilin, Dimethylanilin, Toluidin (Ortho und Para), Xylidin, Phenol, α-Naphtol für mikroskopische Zwecke mehr oder weniger sich eignen.

Die durch die Interzellularoxydase der Nymphaea bewirkten Oxydationen werden durch manche Körper gehemmt, so durch Hydroxylaminchlorhydrat (1%), Hydrazinchlorhydrat (1%, durch schwächere Lösungen nur abgeschwächt), Blausäure, Kalium sulfurosum, Kalium bisulfurosum. Ohne hemmende Wirkung ist Formaldehyd (2 ccm. der käuflichen Lösung zu 100 ccm. Oxydase), ebenso Salizylaldehyd, Sublimat (20 ccm. der 2‰-Lösung zu 100 ccm. Oxydase), Kalium hyposulfurosum. Traubenzuckerlösung verhindert — und das will ich als Ergänzung des bei Alternaria Gesagten hervorheben — in Konzentrationen 2, 4, 10, 20, 40% angewandt, die Guajakreaktion nicht. Phenyl- und Benzylphenylhydrazin zerstören die Oxydase. Die oben erwähnte Phenylendiamine, welche z. T. durch die Oxydase farbig oxydiert werden, zerstören jedoch die Oxydase bald. Alkaloide wirken nicht hemmend (untersucht wurde Nikotin, Morphin, Strychnin, Brucin). Karbamid, Oxamid, Acetamid, Asparaginsäure bleiben wirkungslos, dagegen wird die Oxydasereaktion durch Koffein langsam, durch Alloxan in kürzester Zeit zerstört. Tannin und Gallussäure zerstören sie ebenfalls. Nach Säurezusatz (H Cl, Oxalsäure) wird Guajak nicht oxydiert, doch tritt die blaue Farbe gleich nach der Neutralisation auf. Geringer Alkalizusatz stört die oxydative Wirkung der Oxydase nicht. Malzdiastase, Pepsis, Papayotin sind gleichfalls wirkungslos, dagegen wird sie durch verschiedene Bakterien zerstört. Die verhindernde Wirkung des Alloxyn, des Hydroxylamins und der Sulfite ist eine Folge der Reduktion des oxydierten Benzidins.

Die Oxydase wird durch 25% Ammonsulfat teilweise, durch 50% Lösung fast vollständig, durch die gesättigte Lösung vollstän-

dig ausgesalzen und schwimmt in der spärlichen, etwas schaumigen, an der Luft sich etwas schwärzenden Kammschicht auf der Oberfläche der Flüssigkeit. In 24 Stunden ist gegen reines Wasser, sowohl in Schleicher'schen Dialysierhülsen, wie in gewöhnlichen Dialysierschläuchen keine reaktionsfähige Oxydase nach außen herausdiffundiert. In 76% Alkohol ist die Oxydase löslich, in 86% Alkohol schon unlöslich, in Äther und Benzol unlöslich. Was die Wirkung der Temperatur anbelangt, so wird diese in bedeutendem Grade durch die fremden Stoffe alteriert. Während mehrere Oxydaseportionen fünf Minuten lang auf 90° erwärmt ganz reaktionsunfähig wurden, zeigten andere sonst nicht besonders intensiv reagierende, trotz 10 Minuten langen Aufenthaltes in Autoklav bei 100° C. eine Schwächung, doch keine Vernichtung der oxydasischen Kraft, die nach Zusatz von H_2O_2 stärker wurde. Andere Interzellularoxydasen z. B. der Nicotiana, wie ich es an anderer Stelle ausführen werde, vertragen eine noch höhere Temperatur, während die Oxydase des Saccharum officinale, welche ich vor Jahren untersucht habe (es war dies zwar keine reine Interzellularoxydase) schon bei 60° C., ihre Wirkungskraft eingebüßt hat.

In der Interzellularoxydase der Nymphaea haben wir also keine Tyrosinase (— eine Oxydase, welche Tyrosin rötet, ist mir übrigens bis heute bei keiner Blütenpflanze vorgekommen, die dunklen Färbungen mancher Tyrosin enthaltenden Pflanzen, z. B. der Dahlia oder der Zuckerrübe sind durch die weitere Oxydation der Phenoloxysäuren entstanden —), weiter keine Oxydase, welche Jodide, Aldehyde, Mannit oder Glykose oxydieren könnte. Sie gehört also zu dem Typus der s. g. Lakkase, ebenso wie die Oxydase der Resorptionsfläche der Wurzel. Die Differenzen, welche sie von der letzteren unterscheiden, beruhen auf verschiedenem Verhalten gegen reines Benzidin, α-Naphtylamin, Phloridzin, Kaffeegerbsäure, Ferrosalze, auf einer nur schwachen Oxydation des Phenolphtalins und sind entweder durch Verschiedenheiten der chemischen Zusammensetzung der Oxydase, oder durch Verschiedenheiten der Beimengungen bedingt, was ich nicht entscheiden kann. Mit Enzymen im engeren Sinne scheint die Interzellularoxydase in keiner chemischen Beziehung zu stehen.

Auf dieselbe Weise wie bei Nymphaea habe ich destilliertes Wasser durch die Blätter einiger anderen Pflanzen unter dem Saugdruck einer Wasserpumpe filtriert, um die Eigenschaften der so

erhaltenen Interzellularoxydasen vergleichen zu können. Ebenso leicht, wie bei Nymphaea, ist das Wasser durch die Blätter des Nelumbium luteum zu filtrieren. Die Flüssigkeit färbt sich mit Guajak momentan blau, mit der Benzidinlösung ergibt sich keine farbige Reaktion, doch setzt sich nach Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd ein tiefblauer Niederschlag ab, welcher bald braun wird, mit Diphenylparaphenylendiaminchlorhydrat und α-Naphtol die rotviolette Indophenolreaktion, mit Pyrogallol oder Hydrochinon die bekannte, Purpurogallein, resp. Chinhydron liefernde Oxydation ergibt. Dagegen erzielt man mit Jodkali und Stärke keine Jodbildung. Tyrosin oder Guajokol allein werden nicht gefärbt, dagegen Guajakol und H_2O_2 liefern eine sehr intensive rotbraune Reaktion, welche besonders intensiv und rasch erscheint, falls Nelumbiumfiltrat und Guajakol längere Zeit ($^1/_2$—2 Stunden) gemischt standen, und erst nachträglich H_2O_2 zugesetzt wurde. Die Guajakol-H_2O_2-Reaktion ist beim Nelumbium- und Sagittariafiltrat sogar viel intensiver als bei Nymphaea (vielleicht infolge weniger weitgehender Verdünnung derselben).

Sagittaria variabilis läßt das Wasser nur sehr schwer, langsam und in sehr geringen Mengen durch das Blatt filtrieren. Alle Reaktionen stimmen mit denjenigen des Nelumbiumfiltrats überein, mit der alleinigen Ausnahme der Jodidreaktion, welche positiv ist. Immerhin bildet sich die violettblaue Jod-Stärkefarbe erst nach Verlauf einiger Stunden. Eben in Sagittaria, und zwar in den Knospen hat *Aso* die Jodidreaktion des Auszuges beschrieben und als eine Nitritreaktion gedeutet. In Anbetracht des Verhaltens des Aspergillus niger muß man annehmen, daß in der Sagittariaflüssigkeit zwei verschiedene Oxydasen gemengt vorkommen: in großer Menge die gewöhnliche Interzellularenoxydase von dem Typus der Lakkase, in sehr geringer Menge die Jodidoxydase. Ob jedoch die letzte, in Anbetracht ihrer geringen Menge und in Berücksichtigung der Schwierigkeiten, mit welchen die Filtration durch die Sagittariablätter durchführbar ist, tatsächlich in ganz normalen, intakten Lufträumen der Sagittariablätter vorhanden ist, oder erst sekundär in denselben vorkommt, ist doch auf grund des Filtrationsversuches allein — meiner Meinung nach — nicht sicher zu entscheiden. Es kann das nur eine geeignete mikroskopische Lokalisationsuntersuchung ermitteln.

Limnasthemum nymphaeoides lieferte mir nur sehr wenig Flüs-

sigkeit, ebenso Trapa natans. Beide, sowie auch Nicotiana Tabacum, über welche ich bei Gelegenheit einer Arbeit über die Rolle der Oxydase bei dem Trocknungsprozesse des Tabaks berichten werde, stimmen in ihren Reaktionen mit den vorher beschriebenen Filtraten.

Inwiefern geringe Mengen mancher Metallsalze die oxydative Wirkung der Nymphaeaoxydase beschleunigen, habe ich zunächst für Mangansulfat untersucht. Zu diesem Zwecke wurde Pyrogallol und Hydrochinon verwendet und zwar in 2 % Lösungen in der Nymphaea-Flüssigkeit, zur Hälfte mit 0·01 % Mn-SO_4, zur Hälfte ohne Mangan; dabei dienten zur Kontrolle mit und ohne Mangan zusammengestellte Lösungen der 2 % Lösungen der genannten Phenole in reinem Wasser. Die Oxydation des Pyrogallols und des Hydrochinons läßt sich bequem kolorimetrisch beurteilen, außerden bilden sich endlich durch Oxydation des Pyrogallols die unlöslichen Kristalle des Purpurogallins, durch Oxydation des Hydrochinons die grünlichen Blättchen des Chinhydrons, welche jedoch bald oberflächlich mit braunem Farbstoff beschmutzt werden. Die beschleunigende Wirkung des Manganzusatzes auf die Oxydase war in der obigen Versuchsanstellung ganz klar und in wenigen Stunden bei Hydrochinon sichtbar, es war auch eine solche, wenn auch schwache Beschleunigung in der wäßrigen Hydrochinonlösung wahrnehmbar, dagegen war sie in der wäßrigen Pyrogallollösung auch nach 3 Tagen nicht sichtbar. Nach drei Tagen notierte ich: Pyrogallol in Wasser blaßgelb.

Pyrogallol in Wasser + 0·01 % Mn SO_4, ebenfalls blaßgelb, keine Purpurogallinbildung.

Pyrogallol in Nymphaea-Oxydase, dunkelbraun; zahlreiche Purpurogallin-Körner schwimmen auf der Oberfläche und liegen am Boden des Kolbens.

Pyrogallol in Nymphaea-Oxydase + 0·01 % Mn SO_4, ein wenig dünkler als im vorigen Glase.

Hydrochinon in Wasser gelblich.

" " " + 0·01 % Mn SO_4, deutlich dunkler.

" in Nymphaeaoxydase, dunkelrotgelb, Chinhydronbildung.

" in Nymphaeaoxydase + 0·01 % Mn SO_4, bedeutend rascher eintretende und stärkere Reaktion als ohne Manganzusatz.

Die Oxydationen des Hydrochinons und Pyrogallols verlaufen unter Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxydbildung. Auf beide Prozesse bei gewöhnlicher Atmung der Pflanzen wirken bekanntlich geringe Mengen verschiedener z. T. metallischer Reizmittel beschleunigend; es war also angezeigt zu prüfen, ob auf unsere Oxydase die Mangansalze eine spezifische Wirkung ausüben, oder ob andere Metalle sich ähnlich verhalten. Die Versuche waren durchgeführt mit einer 1% Pyrogallollösung in einer Reihe von Kolben in Nympheaoxydase, der Kontrollreihe in reinem Wasser. Nach 10 Stunden wurde notiert:

1. Pyrogallol in Wasser blaßgelblich.
2. Pyrogallol in Nymphaea-Oxydase braungelb.

Mit 0·01 % Ferrikaliumcyanatum	3. In Wasser. Dunkler als Nr. 1, doch ohne Purpurogallin.
	4. In Nymphaea-Oxydase. Bedeutend dünkler als Nr. 3. doch ohne Purpurogallin.
Mit 0·01 % $ZnSO_4$	5. In Wasser, wie Nr. 3.
	6. In Nymphaea-Oxydase dunkel braun, Purpurogallin fängt an sich zu bilden.
Mit 0·01 % $NiCl_2$	7. In Wasser, wie Nr. 3.
	8. In Nymphaea-Oxydase, wie Nr. 6.
Mit 0·01 % $CoCl_2$	9. In Wasser, wie Nr. 3.
	10. In Nymphaea-Oxydase, wie Nr. 6 und 8.

Mit Pyrogallol allein habe ich noch die Wirkung der Zugabe von essigsaurem Blei, Sublimat, Ferrokaliumcyanat, Kupferchlorid, Eisenchlorid, salpetersaurem Silber untersucht. Pyrogallol wurde wieder in 1%, die Metallsalze in 0·01% Lösung verwendet, zu Kontrollversuchen dienten einerseits dieselben Reagenzien mit reinem Wasser, ohne Metallsalz andererseits. Die Resultate mit essigsaurem Blei, Eisenchlorid, Kupferchlorid, und salpetersaurem Silber sind nicht zu verwerten wegen der trübenden Reaktionen zwischen Pyrogallol und der betreffenden Verbindung, mit Sublimat ließ sich keine Verstärkung der Oxydation, mit Ferrokaliumcyanat dagegen eine sehr intensive erzielen.

Die Beschleunigung der Oxydation der Nymphaea-Oxydase ist also durch Zugabe geringer Menge von Zink, Nickel, Kobalt, Mangan, Ferri-, und Ferrocyanatsalze zu erzielen.

Obwohl die Oxydaselösung, welche durch die Methode der Blatt-

filtration erhalten wurde, höchst wahrscheinlich von der Oberfläche der intakten Lufträume, und nicht aus dem Zellinnern stammten, so war doch, um volle Sicherkeit darüber zu erlangen, eine mikroskopische Untersuchung der Lokalisation derselben unbedingt notwendig. Dabei hat man mit verschiedenen Schwierigkeiten zu kämpfen. Da die Oxydase selbst in Wasser und sogar noch in 76% Alkohol leicht löslich ist und während des Schneidens der frischen Objekte durch das Messer auch an verschiedene sonst oxydasefreie Stellen des Präparates geschleppt wird, können ganz falsche oder verschwommene Bilder der Lokalisation entstehen. Freilich ist diese Schwierigkeit bei den meisten botanischen Objekten nicht so trügerisch, wie bei den tierischen, doch ebenso auf dem Gebiete der Botanik wie auf dem Gebiete der Zoologie sind auf diese Weise schon viele Irrtümer entstanden. Sogar durch Behandeln der Präparate mit absolutem Alkohol sind nicht immer ganz fehlerhafte Bilder zu vermeiden, indem wahrscheinlich vor dem vollständigen Imprägnieren der Präparate mit absolutem Alkohl schon hie und da, besonders falls die Objekte etwas dicker sind, die Oxydase in dem Gemisch des Zellinhaltes und des Alkohols sich lösen kann. Doch kann man an dünnen Objekten, z. B. an den rasch abgerissenen Epidermstücken mittelst des durch absoluten Alkohol bewirkten Niederschlags der Oxydase richtige Bilder erhalten. Man soll jedoch immer daran denken, daß in Alkohol manche Pflanzenstoffe (— es handelt sich dabei sicher nicht nur um Gerbstoffe —) löslich sind, welche die Oxydase reaktionsunfähig machen können. Die „tötende" Wirkung des Alkohols auf die Oxydase des Zuckerrohrs, vielleicht infolge der in Alkohol löslichen Hemmungskörper habe ich schon vor acht Jahren beobachtet und beschrieben und sogar zur Unterscheidung derselben von dem Leptomin benutzt.

Deswegen habe ich mich mit dem Fixieren der Oxydase mit absolutem Alkohol nicht begnügt, sondern versuchte wenigstens die Oxydase der Lufträume mit einer gesättigten Lösung des Ammonsulfats unter Luftpumpe vollständig und rapid zu fixieren. Gesättigte Kochsalzlösung genügt nicht, gesättigtes Natriumthiosulfat liefert zwar manchmal gute Bilder, doch schädigt es endlich die Oxydase. Mit Ammonsulfat dagegen bekomme ich Resultate, welche mich noch am besten befriedigen. Diese Arbeitsweise hat manche Unannehmlichkeiten. Man soll nur kleine Pflanzenstücke im Vakuum injizieren, diese werden aber dabei vielfach weich und zum

Schneiden wenig bequem. Solche werfe ich noch vor dem Schneiden in absoluten Alkohol, dabei bildet sich jedoch eine Kristallkruste, welche wiederum beim Schneiden hinderlich ist. Die meisten pflanzlichen Objekte liefern jedoch mit Ammonsulfat auch ohne Alkohol gute Bilder. Eine andere Schwierigkeit liegt in den Reagenzien, als welche leicht oxydable Chromogene verwendet werden. Wässerige Lösungen derselben sollen vermieden werden, da sonst die Oxydase wiederum gelöst wird. Manche dieser Reagenzien reagieren zwar gut, aber langsam, wie ich in der Abhandlung über die Oxydase der Wurzeloberfläche gezeigt habe; mit intakten, lebenden Pflanzen bekommen wir dann gute Resultate, in den Schnitten verbreitet sich dagegen die Oxydase weit außerhalb der primären Lokalisationsstelle. Manche der oxydablen Chromogene z. B. Guajak liefern lösliche, also herausdiffundierende Oxydationsprodukte, müssen also im Momente der Reaktion gleich untersucht werden; schon wenige Sekunden nachher entspricht die Lokalisation der Farbe nicht mehr derjenigen der Oxydase; unter strikter Berücksichtigung dieses Umstandes liefert jedoch sogar die schwer zu behandelnde Guajakreaktion richtige Resultate.

Wie aus der oben angegebenen Zusammenstellung zu ersehen ist, kann man sehr verschiedene Reagenzien zum Nachweis der Oxydase verwenden. Ich habe mich an Benzidin $+ H_2O_2$ gewöhnt und bediene mich dieser am meisten.

Die Hauptfrage, welche ich bei den Lokalisationsuntersuchungen zu lösen versuchte, war, ob die Oxydase wirklich wie die Filtrationsversuche zeigen, an der Oberfläche der die Lufträume der Pflanzen auskleidenden Zellmembranen oder aber auch im Inneren des Protoplasten vorkommt. Für viele Zellgruppen war eigentlich die letzt erwähnte Möglichkeit seit den Untersuchungen Pfeffers über die oxydativen Wirkungen des Wasserstoffsuperoxyds auf die leicht oxydablen Chromogene des Zellsaftes ausgeschlossen. Falls die Parenchymzellen der Vicia Faba, und die Wurzelhaare der Trianea bogotensis erst nach Zusatz von H_2O_2 sich bräunlich färben, so ist offenbar in denselben Zellen (wenn überhaupt Sauerstoff disponibel ist), keine Oxydase vorhanden, welche so stark wie H_2O_2 oxydieren kannte. Und die Oxydasen oxydieren bekanntlich Körper, welche durch Wasserstoffsuperoxyd allein nicht zu oxydieren sind. Doch hat Pfeffer nicht alle Gewebearten der Pflanzen auf die Abwesenheit eines ähnlich dem H_2O_2 oxydierend wirkenden Körpers unter-

sucht; wir wissen nämlich nicht, wie sich in dieser Hinsicht die Siebröhren, Geleitzellen, Milch-, Schleim- und Harzgänge verhalten.

Als Hauptresultat kann ich angeben, daß im Inneren der gewöhnlichen Parenchym- oder Epidermzellen eine Oxydase wirklich fehlt. Und zwar fehlt sie ebenso im Zellsaft, wie im Plasma selbst. Bei den Untersuchungen über die Oxydase der Resorptionsfläche der Wurzeln war es mir durch die Lebendfärbung nicht möglich, darüber ins Reine zu kommen, ob die äußere Schicht des Plasmas doch keine Oxydase enthält. An stark plasmolysierten Parenchymzellen gelingt die Feststellung der Abwesenheit derselben im Plasma leicht. Wenn in manchen Fällen, wie z. B. bei den Schließzellen bei Ficus, oder den Zellen der Stärkescheide bei Vicia Faba ich die Abwesenheit der Oxydase in Inneren der Zellen nicht endgiltig feststellen kann, so handelt es sich dabei um die Schwierigkeiten der Technik, und ebenso wenig darf ich behaupten, daß in den genannten Zellen die Oxydase tatsächlich vorhanden ist. Es sind dies Einzelheiten, welche mit Hilfe anderer Methoden zu lösen sind.

Anders verhält es sich mit den Siebröhren und Milchröhren. Hier ist die Oxydase wirklich intrazellulär und kolorimetrisch geschätzt in größerer Menge vorhanden als außerhalb der Parenchymzellen oder in den Tracheen. Ihr Vorhandensein kann benutzt werden, um in schwierigeren Fällen die vereinzelten Siebröhren oder weniger distinkte Milchröhren in den Präparaten zu entdecken. Auf diese Weise konnte ich z. B. die Milchröhren bei Daemenorops und Calamusarten ausfindig machen. Doch befasse ich mich in der vorliegenden Abhandlung mit interzellularen Oxydasen nicht, deren Isolierung mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist. Wir haben in den Sieb- und Milchröhren mit chemisch komplizierten Mischungen zu tun, und der Mechanismus ihrer oxydativen Wirkung ist möglicherweise von demjenigen der interzellularen Oxydase verschieden. Die Siebröhren oxydieren doch vielfach Jodkali, reduzieren verschiedene Stoffe, enthalten Leptomin [1]). Sogar die Identität

[1]) In letzten Jahren konnte ich an manchen Stellen lesen, daß mein „Leptomin wahrscheinlich eine Peroxydase ist". Ich benutze die Gelegenheit um in Erinnerung zu bringen, daß z. Z., als ich die Leptominreaktion der Siebröhren beschrieben habe, die Benennung der Peroxydase noch nicht existierte. Diese ist nämlich einige Monate jünger, hat jedoch allgemein Annahme gefunden, meiner Ansicht nach mit Unrecht. Nach kurzer Überlegung kommt man zu der Einsicht, daß die Bezeichnung der Oxydase als „Peroxydase des Leptomins" vielleicht nicht

der Interzellularoxydase und der Siebröhrenoxydase ist noch nicht festgestellt.

Die Oxydase, welche die Oberfläche der Interzellularen auskleidet und welche in der Mittellamelle der Zellen häufig vorhanden ist, muß von der Zelle abstammen. Nun könnte man denken, daß dieselbe trotz negativer Befunde doch in der Zelle vorhanden, aber an ihrer oxydativen Tätigkeit, durch andere Zellinhaltbestandteile verhindert wird. Dagegen sprechen jedoch die intrazellularen, vermittelst des Wasserstoffsuperoxyds bewirkten Oxydationen, welche doch nicht (nach Zusatz von H_2O_2) gehemmt werden. Ist aber die Oxydase in den parenchymatischen Zellen fertig nicht vorhanden, so muß gleichzeitig angenommen werden, daß sie durch die Plasmahaut während des Lebens der Zelle nicht hineindiffundieren kann. Es wird also wahrscheinlich die Oxydase der Lufträume als ein anderer, nicht oxydierender Stoff durch die Zellen ausgeschieden, welcher erst nachträglich in dem Sauerstoffbade der Luftträume oxydatische Eigenschaften bekommt.

Obwohl viele Pflanzenarten auf die Lokalisation der Oxydase untersucht waren, so gebe ich hier wegen der Gleichförmigkeit der Resultate nur die Beschreibungen der Befunde bei einigen Pflanzen wieder.

Zea Mays. Blatt. In den Epidermiszellen der Blattober- und Blattunterseite ist keine Oxydase nachweisbar, weder im Inneren der Zelle, noch auf der Membran. Mesophyll ist oxydasereich. Zellkern, Plasma, Chromatophoren und Zellsaft sind jedoch immer oxydasefrei, dagegen die Membran färbt sich von Benzidin - H_2O_2 blau, besonders stark in der Nähe der Spaltöffnungen. Auf der Unterseite der Epidermiszellen sind die Umrisse der angrenzenden Mesophyllzellen blau gefärbt. Die Tüpfel zwischen den Mesophyllzellen, sowie zwischen dem Epiderm und den Mesophyllzellen bleiben farblos. Die großen, grünen Zellen, welche eine Scheide um die kleinen Gefäßbündel bilden, zeigen im Inneren gar keine Reaktion, dagegen wohl eine starke an der Oberfläche der Membran, besonders an den Ecken, wo drei Zellen zusammenstoßen. Die Bastbelege um die Bündel sind oxydasefrei, obwohl an nicht genügend gut fixier-

so ganz verfehlt wäre, daß es aber noch besser sei, das zu viel sagende „Per" gar nicht zu gebrauchen. Der Terminus: „indirekte Oxydase" (auch jünger als Leptomin) ist jedenfalls besser als „Peroxydase".

ten Präparaten, besonders an den Querschnitten, leicht die Oxydase in ihr Inneres gelangen kann. Die großen, toten, lufterfüllten Zellen oberhalb der Mittelrippe zeigen eine Reaktion nicht nur der Membran, sondern auch der vertrockneten Plasmabelege, besonders stark in der unmittelbaren Nähe der Spaltöffnungen. Hier bilden sich reichlich die blauen Kristallnadeln des oxydierten Benzidins. In den Siebröhren und Geleitzellen werden dunkelblaue Körner reichlich gebildet. In den Gefäßen färben sich sowohl die Verdickungsringe der Ringgefäße wie besonders die Zwischenwände benachbarter Tüpfelgefäße, wo diese unmittelbar aneinander grenzen.

Stamm. Epidermiszellen im Inneren und an der Oberfläche sind oxydasefrei, dagegen die Oberfläche der Membran der unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellen reichlich oxydasehaltig. An den Tangentialschnitten der Stammoberfläche, welche von unten angeschaut werden, ist die Abhängigkeit der intensiven Oxydasereaktion von der unmittelbaren Nähe der Spaltöffnung besonders auffallend. Die Parenchymzellen zeigen die Reaktion nur in der Mittellamelle benachbarter Zellen und besonders in den dreieckigen Lufträumen zwischen je drei Zellen. Hier ist diese auch mit Guajaklösung gut nachweisbar. Plasma ist oxydasefrei. Die Bastbelege der Gefäßbündel, welche mit Alkohol fixiert gewöhnlich die Oxydasereaktion zeigen, erweisen sich nach richtiger Behandlung mit gesättigtem Ammonsulfat als oxydasefrei. In den Siebröhren und Geleitzellen findet reichliche Reaktion, ebenso an den Wänden statt. Ring- und Spiralgefäße reichlich reagierend, weniger die Tüpfelgefäße und zwar nur im Inneren der Tüpfel. Besonders günstig für die Untersuchungen sind die Längsschnitte.

Wurzel. Die Reaktion zeigt die Oberfläche der Wurzel, der Wurzelhaare, die äußere Schicht der Membran der Parenchymzellen der Rinde und des Zentralzylinders, die Gefäße, sowie die Siebröhren und die Geleitzellen. Es war keine Reaktion mit Benzidin sichtbar in und an den dickwandigen, peripherischen Zellen der dicken Stützwurzel, des Zentralzylinders und der Endodermis. Die gänsekieldicken Luft- und Stützwurzel der ausgewachsenen Pflanzen, besonders der hohen Varietäten zeigen eine enorm dicke Schleimhülle der Wurzelspitze, wie ich eine solche in Europa nicht mehr gesehen habe. Auf Java sind diese Schleimüberzüge der Maiswurzel in frühen Morgenstunden bis 1 cm dick, und mit dem Schleimhüllen des Lycopodium volubile oder der Luftwurzel der epiphy-

tischen Orchideen vergleichbar. In den trockenen Tagesstunden trocknen sie immer mehr aus, und quellen dann erst während des Regens oder nach künstlicher Befeuchtung auf. Ihren Ursprung verdanken sie größtenteils den ovalen, sich ablösenden Zellen der Wurzelhaube, z. T. auch den Epidermiszellen. Es ist nun auch diese schleimige Masse oxydasehaltig und die in derselben lose liegenden Zellen der Wurzelhaube färben sich intensiv im Inneren, besonders reichlich die Zellkerne. Doch haben wir hier schon mit toten Zellen zu tun.

Tradescantia discolor. Die Zellen der Staubfädenhaaren geben keine Oxydasereaktion.

Galtonia candicans. Werden die Blattstücke lange Zeit, z. B. eine halbe Stunde in alkoholischer Benzidinlösung gehalten und dann in Wasserstoffsuperoxyd momentan untergetaucht, so scheiden sich Benzidinblaukristalle in langen Nadeln reichlich aus, doch nie im Inneren der Parenchymzellen, sondern auf der Oberfläche derselben. Besonders reichlich an Oxydase sind die dreieckigen Lufträume zwischen den großen Zellen der Gefäßscheide und dem Gefäßbündel.

Nymphaea. Blatt. Die Pflanze ist sehr reich an Gerbstoff, welcher auch in die gesättigte Ammonsulfatlösung herausdiffundiert, und bei längerer Einwirkung die Oxydasereaktion verhindert. Man darf also nicht Blattstücke, welche zu lange in der Flüssigkeit lagen, untersuchen. Mit Ausnahme der Siebröhren und ihrer Nachbarzellen, weiter der Gefäße ist die Reaktion auf die Oberfläche der Membran, eventuell auf die Grenzschicht zweier Zellen beschränkt, oxydase-reich ist die Schleimschicht, welche die Lufträume auskleidet. Zwischen die Palissadenzellen ragen von derselben blaue Oxydaseplatten hinein, und sehr reichlich reagiert die Grenzschicht zwischen den Epidermiszellen der Blattoberseite und den Palissadenzellen.

Ficus elastica. Blatt. In den Blattstücken, in welchen die Oxydase zu kurze Zeit fixiert war, kann diese aus den Milchröhren ausfließen und das Bild der Lokalisation verderben, in solchen, welche zu lange fixiert waren, kann der Gerbstoff störend wirken, und dann muß man mit stärkerer Behandlung mit H_2O_2 nachhelfen.

Die Milchröhren geben eine sehr starke Reaktion im Inneren, eine bedeutend stärkere als die Siebröhren und Geleitzellen. Sonst ist die Oxydase in keiner Zelle des Blattinneren enthalten, obwohl

die tiefste (dritte) Zellschicht der Epidermis der Blattunterseite fast ganz gefärbt erscheint. Es ist in dieser an die Mesophyllzellen grenzenden Schicht die Oxydase in den Mittellamellen und an den Zellecken sehr reichlich vorhanden, außerden schlängeln sich zwischen den Zellen dieser „Oxydaseschicht“ viele Milchröhren. Die sternförmigen Mesophyllzellen haben an der Oberfläche der Membran etwas Oxydase, an den Palissadenzellen konnte ich keine nachweisen. Die Wasserepidermiszellen zeigen eine schwache Reaktion der Membran, die Spaltöffnungszellen der Blattunterseite geben eine intensive Reaktion, doch war es mir nicht möglich, endgiltig zu entscheiden, ob die Reaktion an der Oberfläche der Membran oder im Inneren dieser Zellen ihren Sitz hat.

Richtig behandelte Flachschnitte der Blattunterseite, von der Innenseite gesehen, liefern wegen der intensiven Reaktion der Oxydaseschicht interessante Bilder, die an die versilberten Präparate der tierischen Epidermen erinnern. Rings um die vertieften Spaltöffnungen, sowie um die an der Blattunterseite spärlichen Cystolithe ordnen sich die oxydasereichen Membranstücke zu schönen Ringen.

Vicia Faba. Nach Zusatz des Benzidin-H_2O_2 färbt sich, wie W. Pfeffer zeigte, infolge der Oxydation mittelst des Wasserstoffsuperoxyds der Zellsaft verschiedener Zellen rötlich, während gleichzeitig die Oxydase der Oberfläche der Zellen die dunkelbraune Reaktion gibt Reichlich ist die Oxydase in den Cambiumzellen der Stengel, besonders reichlich um die Stärkezellen der Leptomscheide vorhanden. Es macht sogar in manchen Fällen den Eindruck, als wäre die Oxydase auch im Inneren der letzteren vorhanden. Liegen die Gewebestücke längere Zeit (einige Tagen oder Wochen) in gesättigtem Ammoniumsulfat, dann erscheint die Oxydasereaktion nicht nur auf der Außenwand der Zellen, sondern auch auf der Innenwand, doch außerhalb des zusammengeballten Protoplasten. Die letzten bleiben immer farblos.

Viele Pflanzen verschiedener Pflanzenfamilien, von den Lebermoosen angefangen, habe ich auf die Lokalisation der Oxydase untersucht, habe dabei immer dieselbe außerhalb des Protoplasten der gewöhnlichen parenchymatischen Zellen gefunden. Besonders reichlich in den großen Lufträumen der Wasserpflanzen z. B. Trianea und Eichhornia oder in den Interzellularen des Aerenchyms der Wurzel (Jussiea repens) oder Stengel (Lycopus, Bidens). Die Oxydase wird besonders reichlich in jungen Organen z. B. Wurzelspitzen

(Zea Mays, Vicia Faba) oder Stammspitzen (Vicia Faba, Pisum) gebildet, auch hier in der Membran, und in den erst entstehenden Interzellularen. Doch über die Oxydasen der Siebröhren, Milchröhren, Harz- und Schleimgänge, worüber noch vieles mir bis heute unklar ist, will ich hier nicht berichten. Vielleicht werden Untersuchungen anderer Forscher darüber Licht verbreiten.

Aus den oben mitgeteilten Tatsachen ist ersichtlich, daß die Oberfläche vieler Zellen mit einer „Oxydase" bedeckt ist, welche zu dem Typus der „Lakkase" gehört. Den Namen „Lakkase" will ich für dieselbe vorläufig nicht benutzen, weil zu demselben Typus auch die Oxydase der resorbierenden Wurzeloberfläche gehört, welche doch, wie gezeigt wurde, in manchen Reaktionen von derjenigen der Lufträume verschieden ist. Die Lakkase Bertrand's ist eine Oxydase der Milchröhren der japanesichen Rhusarten, vielleicht mit der Interzellular- und Siebröhren-Oxydase derselben gemengt.

Mit den Enzymen, mit welchen diese Oxydase so häufig und so gerne zusammengeworfen wird, zeigt sie jedoch keine Ähnlichkeit. Dagegen haben wir in derselben mit einem zahlreiche Benzolverbindungen oxydierenden Körper zu tun, von welchen nicht einmal festgestellt ist, ob derselbe in die Rahmen der organischen oder nichtorganischen Verbindungen gehört.

Ganz der Oxydase ähnlich wirken doch verschiedene Peroxyde, Persäuren oder Chinone. Die Klärung der chemischen Zusammensetzung der Oxydase gehört ganz in den Bereich der chemischen Analyse. Beijerinck hat vor einigen Jahren (Bakt. Centrallblatt. 1900 pag. 2 sq.) die Oxydase des Streptotrix chromogena einfach als Chinon gedeutet. Gegen die Chinonnatur der Interzellularoxydase spricht die Farblosigkeit des trockenen Niederschlages, gegen die Chinonnatur der Jodidoxydase des Aspergillus glaucus auch die Unfähigkeit der Chinhydronbindung mit Hydrochinon.

Dagegen wäre noch zu untersuchen, ob vielleicht in den farbstofferzeugenden Bakterien, in welchen Pfeffer und Ewart (Berichte der sächs. Akademie 1896. pag. 379) eine dem Hämoglobin analoge lockere Bindung des Sauerstoffs konstatieren konnten, eine Chinonbindung des Sauerstoffs auftritt.

Die extrazellulare Lokalisation der Oxydase, die Anhäufung derselben in jungen Organen, wie auch in den Atmungsorganen der Pflanzen, endlich die allgemeine Verbreitung derselben zwingt uns drei neue Fragen aufzuwerfen, die einer Antwort harren.

1) Ob die Interzellularoxydase den Sauerstoff an die angrenzenden lebenden Plasmateile auf ähnliche Weise wie auf tote Zellsaftbestandteile, oder außerhalb der Pflanze liegende geeignete Verbindungen übertragen kann und so die Anfangsstadien des Atmungsprozesses (da, wo diese vorhanden sind), einleitet?;

2) Ob sie vielleicht leicht oxydable Stoffwechselprodukte, welche die Zelle nach außen ausscheidet, zu Kohlendioxyd oxydiert und so die Atmungsprozesse der Zelle vollendet?

3) Ob sie vielleicht als Schutzmittel der Zellen gegen die Eingriffe der Mikroorganismen dient? Man wäre versucht, als eine Stütze der letztgenannten Vermutung die interessanten Befunde N. Siebers zu verwenden, nach welchen die Wurzeloxydase der Scorzonera hispanica die Toxine des Tetanus und der Diphterie, dagegen nicht das Abrin entgiftet (Nencki, Opera omnia II, pag. 843). Zwar verhindert die nach dem Tode des Organismus überbleibende Oxydase nicht die Invasion der Fäulniserreger, doch habe ich untersucht, wie manche Pilze in mit Nährstoffen beschickter Nymphaeaoxydase wachsen werden. Da ich die Lösungen nicht sterilisieren wollte, um die Oxydase nicht abzuschwächen, so wurden manche Kolben durch Bakterien und Hefe verunreinigt. Doch wachsen in den Oxydaselösungen Mucor racemosus, Thamnidium elegans, Basidiobolus ranarum, Alternaria tenuis, Botrytis cinerea (welche beide selbst eine guajakbläuende Oxydase erzeugen), Aspergillus niger, ohne irgend welche Störungen des Wachstums zu zeigen. Dasselbe tun die erwähnten, nicht näher bestimmten, die Kulturen verunreinigenden Hefe und Bakterienarten. Die Versuche dauerten 84 Stunden; nach dieser Zeit zeigten die Kolben die Oxydasereaktion (in den stark durch die Bakterien verunreinigten eine geschwächte), ein Beweis dafür, daß die Oxydase, während des Versuches tätig war. Da nur wenige Pilzspezies untersucht wurden, die Oxydase in einer naturgemäß mehr verdünnten Lösung als an der Oberfläche der Lufträume war, so ist immerhin die Möglichkeit nicht zu bestreiten, daß andere Arten, durch eine größere Dosis der Oxydase in ihrer Entwickelung gehemmt werden. Doch habe ich die Frage als wahrscheinlich wenig lohnend nicht weiter verfolgt.

Anmerkung während des Druckes:

Daß die Interzellularoxydase der Nymphaea mit den Enzymen

nichts zu tun hat, zeigte schon während des Druckes der vorliegenden Arbeit der Assistent des hiesigen Instituts Dr. Niklewski. Indem ich eine ausführlichere Erörterung dieser Verhältnisse ihm überlasse, will ich an dieser Stelle nur folgende kurze Notiz mitteilen.

Das Verhältnis zwischen der Menge der Oxydase und derjenigen der oxydierten Benzidinbase ist konstant. Der Prozeß verläuft in kurzer Zeit, und man kann im Filtrat des Benzidinniederschlages den einen oder den anderen Körper nachweisen. War Benzidin im Überschuß vorhanden, so ist keine weitere Oxydasewirkung, auch nach längerer Zeit mehr wahrzunehmen; andererseits können durch einen Überschuß der Oxydase weitere Benzidinmengen oxydiert werden. So lassen sich denn mit Hilfe des Benzidins verschiedene Oxydaseflüssigkeiten in bezug auf ihre oxydativen Wirkungen vergleichen.

---

51. M. M. RACIBORSKI m. c. **Utleniające i redukujące własności komórki żywej. Część III. Reakcya jodowa Aspergillus niger.** ***(Oxydierende und reduzierende Eigenschaften der lebenden Zelle. Abt. III. Über die Jodidreaktion des Aspergillus niger).*** *(Propriétés oxydantes et réductrices de la cellule vivante. III partie. Sur la réaction iodée de l'Aspergillus niger).*

In der ersten Abteilung habe ich nachgewiesen, daß die Wurzeln aller untersuchten Blütenpflanzen eine Oxydase ausscheiden, welche viele aromatische Körper, auch Ferrosalze oxydiert, dagegen nicht imstande ist, Jod aus Jodiden zu bilden. Die Menge des ausgeschiedenen Stoffes ist sehr gering, und es war mir nicht möglich, denselben in bedeutenderer Menge zu sammeln. Es ist jedoch zu erwarten, daß eine nach außen durch die Pflanze ausgeschiedene Oxydase ein reineres Produkt sein wird, als eine nach den üblichen Methoden des Zerreibens und der Extraktion ganzer Pflanzen oder Tierorgane dargestellte, in welcher notwendigerweise nicht nur verschiedene andere Stoffe vorhanden, sondern daß diese auch aufeinander, also auch auf die Oxydase modifizierend einwirken müssen. Deswegen habe ich mich bemüht, nach extrazellulären Oxydasen zu suchen.

Unter den oxydativen Eigenschaften der Pflanzen- und der Tiersäfte gehört die von Schönbein entdeckte Bildung des freien Jods

aus Jodiden, wie wir solche an den Schnitten einer frischen Kartoffelknolle beobachten, zu den anschaulichsten. Diese Eigenschaft findet sich auch bei manchen Pilzen und Bakterien. So schreibt Kobert in seinem „Lehrbuch der Intoxikationen“ 1904. Bd. II. S. 186: „Altenburg hat auf meine Veranlassung die Jodkaliumzersetzung im Brüteschrank durch Mikroben, nämlich durch Vibrio luminescens, Spirillum Cholerae asiaticae, Bacillus pyocyaneus, Aspergillus niger studiert und bestätigen können. Für Aspergillus ließ sich ferner nachweisen, daß auch die von ihm verflüssigte und dann von dem Mikroben abgetrennte Nährgelatine jodkaliumzersetzend wirkte. Ich zweifle nicht, daß für viele andere Mikroben sich dasselbe nachweisen lassen wird. Wir dürfen also wohl den Satz aufstellen, daß viele Mikroben die Fähigkeit der Jodkaliumzersetzung besitzen und daß diese Fähigkeit, wenn nicht bei allen, so doch bei einzelnen Mikroben auch noch den von denselben abgesonderten Enzymen zukommt“.

Um eine Pilzspezies ausfindig zu machen, welche die Jodide möglichst kräftig zersetzt, habe ich eine gewöhnliche Nähragargallerte gemacht, welcher 1% IK und etwas lösliche Stärke zugesetzt wurde. In flache Kulturschalen gegossen, wurde dieselbe eine zeitlang in dem Laboratorium offen stehen gelassen, um möglichst verschiedenen Pilz- und Bakteriensporen die Möglichkeit zu geben, sich an derselben anzusiedeln. Tatsächlich war schon nach wenigen Tagen, bei manchen Pilzkolonien eine mehr oder weniger intensive Stärkebläuung sichtbar, am meisten intensiv bei den winzigen, weißen, kompakten, kugelförmig nach oben wachsenden Körpern eines sterilen Pilzes, welcher in dieser Gestalt, keiner mir bekannten Art entsprechend, die äußere Ähnlichkeit mit Hefeansiedlungen zeigte. Es war doch ein Hyphenpilz mit dichtseptierten, engverklebten Hyphen, dessen Reinzüchtung mir anfangs gar nicht gelingen wollte. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß diese Jodkalium zu freiem Jod intensiv oxydierende Art gewöhnlich bald durch dieses Jod getötet wurde. Zahlreiche Abimpfungen auf gewöhnliche jodkalifreie Agargallerte der noch möglichst schwache Jodreaktion zeigenden Kolonien gaben zu meiner Überraschung jedesmal Reinkulturen des Aspergillus niger, und dies erschien mir deswegen auffallend, weil dieser Pilz in verschiedenen IK enthaltenden Lösungen mir vorher gar keine Jodreaktion ergab. Ich dachte anfangs an die Möglichkeit einer Verunreinigung der Aspergilluskolonien

durch irgend welche Jod erzeugende Bakterienart; indessen war keine solche zu finden, und es stellte sich endlich heraus, daß die Oxydation der Jodide nur unter besonderen Wachstumsumständen stattfindet. Die Sekretion der Jodjonoxydase des Aspergillus niger, welche bei manchen Kulturen stark, bei anderen schwach, bei anderen wieder gar nicht stattfindet, mithin also anfangs fast kapriziös erscheint, ist einerseits von der Wachstumsperiode des Pilzes, andererseits von der Nährstoffzusammensetzung abhängig.

Läßt man die Sporen des Aspergilus niger in einer Nährlösung keimen, welcher 1—20% Rohrzucker, außerdem etwas Jodkali und lösliche Stärke zugesetzt sind, so bläut sich die Flüssigkeit je nach der Temperatur in 2—4 Tagen. Die Jodbildung schreitet, wie man besonders in den mit größerer Menge Nährlösung beschickten Kolben beobachten kann, von den oberflächlich-schwimmenden, jungen Keimlingen in die Tiefe, bis endlich die ganze Flüssigkeit schwarz erscheint. Die Jodbildung ist so intensiv, daß die (stärkehaltigen) Papierstreifen, welche im Halse der Kolbe neben dem Wattafpfropf stecken und zur Aufnahme von Notizen während der vorherigen Sterilisation der Nährlösung dienten, sich schwärzen. Die Hyphen des Pilzes hören auf zu wachsen. Wird eine solche Kultur einige Tage oder Wochen sich selbst überlassen, so können zwei verschiedene Fälle stattfinden. Entweder war die Jodbildung intensiv, und die Flüssigkeit bleibt ständig schwarz, aber auch steril, da die Pilzhyphen durch Jod getötet worden sind, oder, falls die freie Jodmenge nicht so bedeutend war, wächst der Pilz weiter, kompakte Klumpen, manchmal sogar glänzende, tröpfchen- und knöllchenartige Kolonien bildend, welche sehr langsam, doch ohne zu fruktifizieren, weiter wachsen. Zugleich wird aber, die vorher gleichmäßig schwarzblaue Flüssigkeit in der Umgebung des weiter wachsenden Pilzes entfärbt, das freie Jod nimmt immer mehr ab und verschwindet in einer bestimmten Zeit gänzlich. Ist in der Umgebung des Pilzes kein freies Jod mehr vorhanden, dann bildet er gewöhnliche, lose Nährhyphen und fängt endlich an zu fruktifizieren. Eine Untersuchung zeigte, daß die Entfärbung der Flüssigkeit ein Reduktionsvorgang ist, welcher zur Bildung der Jodide führt. Jodate werden dabei nicht gebildet. Junge Keimlinge des Aspergillus niger oxydieren also Jodide zu freiem Jod, welches nachträglich durch den erwachsenen Pilz, (falls dieser trotz der besprochenen Oxydation überhaupt am Leben bleibt) wiederum zu Jodiden re-

duziert wird. Über diesen Reduktionsvorgang, welcher dem Aspergillus mit sehr vielen anderen Pilzen und Bakterien gemein ist, sowie über die merkwürdige morphogenetische Wirkung des Jods auf die Zellbildung und Zellgestalt des Pilzes, welche nicht nur unserem Pilz, sondern auch Menschenzellen bei Jodismus eigen ist, werde ich bei anderer Gelegenheit berichten. In der vorliegenden Abhandlung interessiert uns nur die oxydative Wirkung des Pilzes, worüber ich folgende spezielle Erfahrungen sammeln konnte. Die Nährlösungen haben immer folgende anorganische Zusammensetzung: Dikaliumphosphat 0·5‰; Kaliumchlorid 0·5‰; Magnesiumsulfat 0·5‰, als Kohlenstoff- und Stickstoffquelle dienten die verschiedenen unten erwähnten Verbindungen; Eisen wurde nie zugesetzt.

Es war zunächst wünschenswert zu erfahren, welche Konzentration des freien Jods Aspergillus niger ertragen kann. Zu einer Nährlösung, welche 1% Ammoniumsulfat und 1% Glukose enthielt, wurde so viel freies Jod zugesetzt, daß eine $\frac{1}{1000}$, eine $\frac{1}{500}$ und eine $\frac{1}{100}$ normale Jodlösung resultierte. Da mir aber unbekannt war, ob die Wirkung des freien Jods und die der Jodstärke gleich, oder die letzte abgeschwächt ist, so wurde in eine andere Parallelreihe lösliche Stärke Effront's in genügender Menge zugesetzt. Während in dem Kontrollkolben, in dessen Nährlösung kein Jod vorhanden war, die ersten Sporen in 24 Stunden keimten und nach drei Tagen die Pilzdecke reichlich fruktifizierte, keimten die Sporen in der $\frac{1}{500}$ (und $\frac{1}{100}$) normalen Jodlösung gar nicht. In der $\frac{1}{1000}$ normalen Lösung sind jedoch sowohl in der stärkefreien, wie in der stärkehaltigen Nährlösung wenige (nicht alle) Sporen gekeimt, diese wuchsen zunächst sehr langsam, doch nach 9 Tagen waren schon die ersten Fruchtträger sichtbar, während die Jodstärke schon stark entfärbt war.

Wir können also die $\frac{1}{1000}$ normale Jodlösung, als diejenige bezeichnen, in welcher wenigstens für manche Pilzsporen noch Keimung und Wachstum möglich ist, wobei der Stärkezusatz ohne Einfluß ist. $\frac{1}{500}$ normale Lösung wirkt tötend.

Ob die Art der Stickstoffquelle von Einfluß auf die Bildung der Jodidoxydase ist, sollte folgende Versuchsreihe entscheiden. Einer Nährlösung, welche 1% Glukose, 0·5% IK und etwas lösliche Stärke enthielt, wurde als Stickstoffnahrung zugesetzt:

a) Ammoniumsulfat 1%,
b) Ammoniumnitrat 1%,
c) Kalinitrat 1%,
d) Acetamid 1%,
e) Pepton 1%.

In allen Nährlösungen wurde Jod freigemacht, freilich in sehr verschiedenen Mengen. Am meisten schwarz waren die Flüssigkeiten *a*, *b* und *d*; in der Kultur *e* schwindet Jod sehr bald, wahrscheinlich an Pepton addiert, in Kalinitrat wächst der Pilz äußerst schwach, doch ist die Jodbildung, wenn auch erst am sechsten Tage wahrzunehmen.

Da Jodentwickelung in allen erwähnten Kulturen stattgefunden hat, die Differenzen in der Jodmenge mit der Üppigkeit des Wachstums parallel gehen, so muß man annehmen, daß die Art der Stickstoffnahrung ohne Einfluß auf die Bildung der Jodidoxydase bleibt.

Anders verhält es es sich mit der Kohlenstoffquelle. Darüber habe ich folgende Versuche angestellt.

Einer Nährlösung mit 0·5% KI und ein wenig Stärke, die auf 7 Kolben à 100 ccm. verteilt war, wurde als Stickstoffquelle (und zum Teil zugleich auch als Kohlenstoffquelle) Acetamid zugesetzt, und zwar:

Versuch	18.	Acetamid	1%.	
„	19.	„	3%.	
„	20.	„	5%.	
„	21.	„	1%	+ Glukose 5%.
„	22.	„	1%	+ Ammonsulfat 1%.
„	23.	„	1%	+ eine Spur verdünnte Essigsäure bis zu deutlich saurer Reaktion.
„	24.	„	1%	+ etwas Natriumkarbonat bis zu deutlich alkalischer Reaktion.

Die alkalische Nährlösung Nr. 24 bleibt ohne Wachstum, sonst wächst Aspergillus in allen Gläsern. Nur in Nr. 21 mit Traubenzucker ist Jod entwickelt, die Nährlösung dadurch schwarz gefärbt und das Pilzwachstum retardiert.

Versuch 25. Die Nährlösung wie oben, doch statt Jodkali, 1% Jodammonium zugesetzt + 1% Glukose.

Versuch	26.	Wie	25,	doch	statt	Glukose	1% essigsaures Natron.
„	27.	„	25,	„	„	„	1% Pepton.
„	28.	„	25,	„	„	„	1% weinsaures Kali.

Nur in Nr. 25 hat sich Jod entwickelt, sonst wächst der Aspergillus in allen Gefäßen mehr oder weniger üppig.

Der gewöhnlichen Nährlösung wurde 1% Ammoniumsulfat als Stickstoffquelle, sonst 0·5% IK + 0·5% lösliche Stärke Effront's zugesetzt. Die Kohlenstoffquelle wurde folgendermaßen variiert:

Nr.	34.	Lävulose	1%,
„	35.	Saccharose	1%,
„	36.	Maltose	1%,
„	37.	Galaktose	1%,
„	38.	Holzgummi	1%,
„	39.	Inulin	1%,
„	40.	Laktose	1%,
„	41.	Raffinose	1%,
„	42.	Mannit	1%,
„	43.	Leucin	1%,
„	44.	Glykokoll	1%,
„	45.	Phloridzin	1%,
„	46.	Amygdalin	1%,
„	47.	Glukose	1%.

Nach 50 Stunden sind die Kolben Nr. 35 ganz schwarz; nach 70 Stunden auch die Kolben Nr. 47. Sonst sind alle anderen auch später frei von Jod geblieben.

Da mir die Abhängigkeit der Oxydase von der Anwesenheit des Traubenzuckers oder des Rohrzuckers, welche durch die nächstverwandte Hexosen, Biosen oder Polysaccharide nicht zu ersetzen waren, sehr rätselhaft erschien, habe ich den Versuch noch mit 2 anderen Maltosepräparaten anderer Provenienz wiederholt, doch dabei gleiches Resultat erzielt. Nun habe ich von der Firma Kahlbaum — Berlin eine neue Sendung einiger Kohlehydrate mir kommen lassen und wiederum neue Kulturen angelegt. Es wurde der gewöhnlichen Nährlösung 0·5% Ammoniumsulfat als Stickstoffquelle, 0·5% IK + lösliche Stärke zugesetzt und in die Kolben verteilt, in welchen die Kohlenstoffquelle folgendermaßen variiert wurde:

Nr.	168.	Lävulose	2%,
„	169.	Arabinose	2%,
„	170.	Mannose	2%,
„	171.	Maltose	2%.
„	172.	Glukose	2%,
„	173.	Saccharose	2%,

Nr. 174. Asparagin (bis zur Sättigung der Lösung).
„ 175. Natrium butyricum 1%.
„ 176. Neutrales, weinsaures Natrium 2%.
„ 177. Saures zitronensaures Natrium 2%.

Nach 36 Stunden war die schwarze Reaktion in der Traubenzuckerlösung (172) deutlich wahrnehmbar, nach 44 Stunden auch in der Rohrzuckerlösung (Nr. 173), wo sie endlich viel stärker als in Nr. 172 auftrat, sonst aber in keiner Nährlösung. In der Lösung Nr. 175 (buttersaures Natrium) gedeiht Aspergillus überhaupt nicht, in den übrigen aber wohl, in allen Zuckerlösungen wächst er sogar sehr üppig und fruktifiziert.

Da es sich inzwischen herausgestellt hat, daß durch konzentrierten Jodkalizusatz die Jodentwicklung beschleunigt (wenn auch, was die absolute Menge anbelangt, vermindert wird), so habe ich doch alle die zuletzt genannten Nährlösungen, insofern sie keine Jodentwikkelung zeigten, mit sehr bedeutenden IK-Mengen, nämlich 40% beschickt, indem einfach die entsprechende Menge von Salzkrystallen in die Kultur geworfen wurde. Jetzt zeigte sich tatsächlich im Verlaufe einiger Stunden eine sehr schwache Reaktion in Nr. 171 (Maltose), Nr. 168 (Lävulose), Nr. 170 (Mannose), am schwächsten bei Nr. 169 (Arabinose). Im Verlaufe von 30 Stunden wurde endlich die Reaktion in Nr. 177 (saures zitronensaures Natrium) sichtbar. Diese Reaktionen waren jedoch im Vergleich mit den gewöhnlichen in Glukose- oder Saccharoselösung auftretenden so schwach und verspätet, daß ich sogar von einer vergleichenden Messung Abstand nahm, umsomehr da es mir doch als zweifelhaft erscheint, ob die Jodentwicklung in diesen Fällen tatsächlich ein Produkt der Oxydase ist. Bei der leichten Zersetzbarkeit des IK ist ja Vorsicht geboten.

Noch eine Versuchsreihe, welche die Wirkung des Traubenzuckers auf die Bildung der Jodidoxydase deutlich zeigt, möchte ich hier notieren. Von einer Nährlösung mit 1% Ammoniumsulfat, 1% Jodkali, 0·5% lösliche Stärke Effront's wurden folgende Nährlösungen zusammengestellt:

Nr. 51. Pepton 1%.
„ 52. Pepton 1% + Glukose 1%.
„ 53. Essigsaures Natrium 1%.
„ 54. „ „ 1% + Glukose 1%.
„ 55. Weinsaures Kali 1%.
„ 56. „ „ 1% + Glukose 1%.

Wie ich nach 36 Stunden beobachtete, war die Lösung Nr. 54 ganz schwarz, Nr. 56 hellblau, in Nr. 52 waren nur Spuren von Jodstärke, offenbar infolge des schon erwähnten Addierens des Jods an Pepton, sichtbar. Die glukosefreien Lösungen Nr. 51, 53, 55 sind ohne jede Reaktion geblieben.

Auf Grund der beschriebenen Versuche glaube ich feststellen zu dürfen, daß die Bildung (oder wenigstens die Bildung reichlicherer Mengen) der Jodidoxydase durch den Aspergillus niger von der Anwesenheit der Glukose oder Saccharose in der Nährlösung abhängig ist.

Die Bildung der Jodid-Oxydase ist jedoch auch von der Menge der angewandten Zuckerart abhängig. Der gewöhnlichen Nährlösung mit 1% Ammoniumsulfat wurden wechselnde Mengen Rohrzucker zugesetzt außer 0·2% KI und Stärke. Und zwar:

Nr.	107.	1%	Saccharose,
„	108.	2%	„
„	109.	5%	„
„	110.	10%	„
„	111.	20%	„

Die Kulturen waren an heißen Julitagen angestellt. 17 Stunden nach der Aussaat war die Kolbe Nr. 111 und 110 ganz schwarz, Nr. 109 nur unterhalb der keimenden Sporen blau, Nr. 107 und 108 blieb farblos. Es wurde mit $\frac{1}{100}$ normalen thioschwefelsaurem Natrium titriert und zwar verbrauchte Nr. 111 — 1 ccm.; Nr. 110 — 0·90 ccm.; Nr. 109 — 0·50 ccm. Titrierlösung. Wenige Stunden später wurde auch in Nr. 108 und Nr. 107 Jod sichtbar. Da jedoch das Wachstum des Pilzes den angewandten Zuckermengen proportional war, so ist vielleicht auch die verfrühte und vermehrte Jodidoxydasemenge als unmittelbare Folge der Wachstumsbeschleunigung zu betrachten.

Aus den beschriebenen Versuchen ist ersichtlich, daß der Aspergillus nur in jungen Stadien, während der Keimung und kurz nach der Keimung die Oxydase ausscheidet, daß jedoch in älteren Kulturen keine oxydative, sondern im Gegenteil eine jodreduzierende Wirkung vorhanden ist. Ich habe mehrere Reihen von Versuchen angestellt, um die Abhängigkeit der Oxydasebildung von der Entwickelung des Pilzes festzustellen. Alle sind gleich ausgefallen. Ich will hier nur eine dieser Reihen erwähnen. Mit einer Nährlösung mit 2% Traubenzucker und 1% Ammoniumsulfat wurde eine größere

Anzahl von Kolben beschickt und sterilisiert, doch nicht gleichzeitig mit Sporen besät.

Nr. 57, die Sporen wurden am 24. VII., 10 Uhr Morgens ausgesät.

Nr. 58, zwölf Stunden später,
„ 59, „ „ „
„ 60, „ „ „
„ 61, „ „ „
„ 62, elf „ „

und erst jetzt wurde in jede Kolbe dieselbe Menge Jodkalistärkekleister zugesetzt. Nach einigen Stunden untersucht, erwies sich Nr. 57 (60 Stunden alt) farblos, Nr. 58 (48 Stunden alt) wenig gefärbt. Nr. 59 (34 Stunden alt) sehr stark schwarz gefärbt, Nr. 60—62 farblos, doch nachträglich der Reihenfolge nach Jod bildend, während Nr. 57 anfing zu fruktifizieren, und auch nachträglich kein Jod bildete. Nicht alle der in verschiedenen Zeiten angestellten Kulturen fangen an, die Oxydase zu derselben Stunde ihres Lebens zu bilden. Es hängt dies von der Zuckermenge und der Temperatur ab, welche beschleunigend wirken, doch läßt sich bald experimentell für eine gewisse Zuckerkonzentration und Temperatur die Zeit der reichlichsten Oxydasebildung bestimmen.

Die jodidoxydierende Wirkung des Aspergillus niger ist durch ein Sekret bedingt, verläuft also extrazellulär. Wird mit einer zuckerhaltigen doch jodidfreien Aspergilluskultur die richtige Zeit abgewartet, also im Sommer etwa 34—40, im Winter bis 60 und mehr Stunden nach der Aussaat, bis die Sporen eben gekeimt und die Flüssigkeit mit einem feinen, grauweißen Häutchen der noch nicht fruktifizierenden Hyphen sich bedeckt hat, wird dann die Kulturflüssigkeit abfiltriert, so hat man eben eine zellenfreie Jodidoxydaselösung vor sich, mit deren Hilfe Jodkali ebenso freies Jod bildet, wie es die Aspergilluskulturen tun. Von der Zeit des Filtrierens hängt es ab, ob man eine schwache, erst nach Stunden Jodkalistärke bläuende Lösung, oder eine fast momentan reagierende bekommt. Da die chemische Zusammensetzung der Nährlösung einfach und bekannt war, dieselbe durch die Stoffwechselprozesse in der kurzen Zeit des Wachsens, abgesehen von der ausgeschiedenen Säure, wenig verändert sein kann, so sind wir in der Lage, beliebige Mengen einer verhältnismäßig reinen, oder richtiger einer Lösung von bekannter Verunreinigung zu bekommen. Es wäre die Sache eines

Chemikers zu versuchen, den fraglichen Körper zu isolieren und zu analysieren; meine Aufgabe beschränkte sich auf die Untersuchung der wichtigsten Eigenschaften desselben.

Es wurde zunächst die Lösung auf die Anwesenheit der Katalase Loew's, einer guajakbläuenden Oxydase, des H_2O_2, sowie der salpetrigen Säure untersucht, jedoch in allen Fällen mit negativem Erfolg.

In ein entsprechendes, kalibriertes, unten verjüngtes und offenes Glasgefäß wurde eine Mischung von 100 ccm einer sehr aktiven, sauer reagierenden Jodidoxydaselösung mit 30 ccm, einer 3% H_2O_2-lösung luftfrei gebracht. Nach 24 Stunden haben sich oben 2·5 ccm Sauerstoff gesammelt, während eine Kontrollprobe mit destilliertem Wasser mit gleichem Zusatz Wasserstoffsuperoxyd 3·5 ccm Sauerstoff lieferte. Es ist also in der Lösung keine Katalase vorhanden.

Mit Guajaklösung habe ich zahlreiche Male die Aspergillusflüssigkeit auf Vorhandensein der Lakkase oder einer ähnlich wirkenden Oxydase untersucht, doch waren die Resultate immer negativ. Ebenso negativ waren die Resultate mit Pyrogallol (1%), Hydrochinon (1%), Benzidin H_2O_2, Tyrosin, Phenylalanin. Dagegen gab die Aspergillusflüssigkeit mit einer Ausnahme immer, wenn auch stets eine äußerst schwache und spät erscheinende, bläuliche Reaktion mit Guajek und H_2O_2. Die erwähnte Ausnahme bezieht sich auf eine Flüssigkeit mit 20% Saccharose, welche infolge allzureichlich ausgesäter Sporen durch den Farbstoff derselben, s. g. Aspergillin (oder ein Derivat desselben; die Flüssigkeit reagierte doch sauer) ein wenig dunkel gefärbt, nicht wie sonst farblos war. Die Reaktion mit Guajak und H_2O_2, welche ich Leptomin und Linoissier etwas später Peroxydasereaktion nannte, ist in ihrem Verhältnis zu der gewöhnlichen Oxydasereaktion noch nicht aufgeklärt. Unzweifelhaft kann man die Guajakreaktion beschleunigen und vielfach, wie es mir scheint, durch Zusatz des H_2O_2 verstärken. Dann ist aber die Möglichkeit vorhanden, daß in der Aspergillusflüssigkeit nicht unbedingt eine Spur von Leptomin, sondern sogar der gewöhnlichen Oxydase vorhanden ist, jedenfalls aber nur eine Spur. Ferner genügen unsere Aspergillusversuche zum Feststellen der Tatsache, daß die jodentwickelnde Oxydase etwas ganz Anderes ist als die Lakkase, wie dies klar bei dem Vergleich der Aspergillus und der Interzellularoxydase hervortritt. Daraus ergibt sich aber die höchst wahrscheinliche Schlußfolgerung, daß auch bei anderen

Pflanzen und zwar bei solchen, deren Extrakte oder Querschnitte sowohl Guajak als Jodkalistärkepapier bläuen (z. B. Kartoffelknolle), dies zwei verschiedene, wenn auch in dem Extrakte gemischte Substanzen tun.

Die eben erwähnten negativen Versuche mit Hydrochinon oder Pyrogallol, die vollständige Farblosigkeit der Aspergillusflüssigkeit sprechen gegen das Vorhandensein eines Chinons in derselben, dem durch Beyierink die Jodentwickelung bei Streptotrix chromogena zugeschrieben wurde. Ein Chinon hätte doch mit dem Hydrochinon sich zu Chinhydronkristallen addieren müssen.

Die negativen Versuche mit Tyrosin und Phenylalanin sprechen gegen die Anwesenheit der Tyrosinase in der Flüssigkeit. Bis heute ist es mir überhaupt nicht gelungen, eine extrazellulär lokalisierte Tyrosinase zu finden.

Mit Chromsäure und Äther war keine Spur von H_2O_2 in der Aspergillusflüssigkeit zu finden. In Anbetracht der Publikationen K. Aso's (Beihefte zum botan. Centralblatt, 1903, Bd. XV, 208; 1905, Bd. XVIII, 319), welcher die Entwickelung des freien Jods an Jodiden durch die Pflanzen der Wirkung der Nitrite zuschreibt (was auch von zoologischer Seite für die Tiere geschehen ist), war es angezeigt, in der Flüssigkeit nach salpetriger Säure zu suchen. Ich muß dabei ausdrücklich hervorheben, daß die Jodkalistärkelösung, welche ich bei meinen Versuchen benützt habe, immer neutral, nie angesäuert war. Da jedoch die Aspergillusflüssigkeit sauer reagierte, so habe ich dieselbe mit wechselnden Kalilaugemengen neutralisiert oder sogar schwach alkalisch gemacht. Nun wird Jod stärker in der neutralen, als in der sauren, stärker in der schwach alkalischen als in der sauren Lösung gebildet. Dagegen war mit der gewöhnlich benutzten Reaktion mit Sulfanilsäure und α-Naphtylamin (in der Modifikation von Lunge) immer eine zwar schwache und verspätete, doch deutliche Rosafärbung zu erzielen. Doch spricht diese Rosafärbung noch gar nicht dafür, daß die Jodidreaktion infolge der salpetrigen Säure entsteht. Dieselbe Rosafärbung bekomme ich doch, falls statt der Aspergillusflüssigkeit, die Lösungen des Ammoniumpersulfats, Kalipersulfats, Kaliperkarbonats, H_2O_2 benutzt wurden. Auch finde ich in der analytischen Literatur in Tiemann-Gärtner's Handbuch der Wasseruntersuchung 1895, pag. 48, die Bemerkung, daß die Reaktion fast zu empfindlich ist, da der Gehalt der Luft an salpetriger Säure bewirkt, daß die Versuchsflüs-

sigkeit sich von oben nach unten rot färbt, wenn dieselbe längere Zeit mit der Atmosphäre in Berührung kommt. In unserem Fall haben wir aber mit Kulturflüssigkeiten zu tun, welche mit möglichst breiter Fläche unter Wattaverschluß frei längere Zeit an der Luft standen.

Der braune Farbstoff der Sporen des Aspergillus niger, des sog. Aspergillin, wurde von G. Linossier wegen der Sauerstoffabsorption als vegetabilisches Hämatin bezeichnet (Sur une hématine végétale: l'aspergilline, Compt. rend. 112, pag. 489, 1891). Daß dieser Farbstoff Jod aus IK nicht entwickelt und bei dem Jodfreimachen in Aspergilluskulturen unbeteiligt ist, habe ich durch folgende Versuche festgestellt. Aspergillin wurde auf bekannte Weise mit schwach amoniakalischem Wasser aus den Sporen ausgezogen, mit verdünnter Salzsäure niedergeschlagen, mit H_2O gewaschen, und mit 1·25, 2·5, 5, 10% IK zwölf Stunden stehen gelassen. Jod war nicht freigemacht.

Die durch die Aspergillusflüssigkeit bewirkte Jodentwickelung wird durch Blausäure und Hydroxylaminchlorat gestört, dagegen nicht durch Sublimat, sehr wenig durch Formalin. Eine fünf Minuten lang dauernde Erwärmung auf 70° ist ohne Wirkung, eine gleichlange bis auf 80° schwächt ein wenig die Wirkung, eine gleichlang dauernde bis auf 90° gebrachte Erhitzung vernichtet sie gänzlich und ohne nachfolgende Regeneration.

Daß Quecksilbersalze die Oxydasewirkung nicht stören, zeigt der Umstand, daß dieselbe aus einer Quecksilberkaliumjodidlösung ebenso Jod frei macht, wie aus einer Jodkalilösung. Dabei wird rotes Quecksilberjodid kristallinisch ausgeschieden und mit Hilfe dieser Reaktion könnte man durch Wägung des ausgeschiedenen Quecksilberjodids die oxydative Kraft der Oxydase messen.

Um den zeitlichen Verlauf der Jodidoxydase auf Jodkali kennen zu lernen, habe ich mit dem thioschwefelsauren Natrium einige Messungen angestellt, ohne jedoch kleine Temperaturschwankungen zu beachten. Dabei hat sich herausgestellt, daß die Wirkung der Jodidoxydase am Beginn der Reaktion am stärksten ist, dann schnell und bedeutend abgeschwächt wird, daß aber diese abgeschwächte Wirkung sehr lange andauert und nur sehr wenig und langsam während der weiteren Reaktion abgeschwächt wird. Als Belege sollen folgende Ziffern dienen, die eine charakteristische, zunächst sehr steil, nachträglich äußerst langsam fallende Kurve darstellen. Titriert wurde immer mit $\frac{1}{100}$ normaler Natriumthiosulfatlösung.

A) 400 ccm Aspergillusfiltrat + 40 ccm von einer 10% IK-lösung und Stärkekleister. Beginn des Versuches um 2 Uhr 39 Min. Nach einer Minute verbrauchte die Flüssigkeit zum Entfärben der Jodstärke 1·40 ccm Titrierflüssigkeit, nach 5 Minuten 3·00; nach weiteren 5 Minuten 2·20, wieder nach 10 Minuten 2·90, dann nach je zehn weiteren Minuten 2·22, 1·25, 0·60, 0·40, nach weiteren 20 Minuten 0·58, nach einer Stunde 0·90. Auf je eine Minute umgerechnet, und in $\frac{1}{100}$ ccm ausgedrückt, verläuft die Wirkung folgendermaßen: 140, 60, 45, 29, 22, 12·5, 6, 4, 2·9, 1·5.

B) 40 ccm einer anderen Aspergillusflüssigkeit + 2 ccm einer 50% IK-lösung + Stärke. Beginn des Versuchs um 12 Uhr 8 Min. Nach 5 Minuten wurden verbraucht 0·96 ccm, nach weiteren 5 — 0·41, nach zehn Minuten 0·40, nach 10 Minuten 0·36, nach 60 Min. 1·60, nach 80 Minuten 1·33.

C) 200 ccm einer anderen Aspergillusflüssigkeit + 30 ccm einer 20% IK-lösung + Stärke. Der Versuch wurde um 1 Uhr 53 Minuten angestellt. Nach sieben Minuten wurde zum Entfärben 1·02 ccm verbraucht; nach je weiteren 15 Min. — 0·77, 0·23, 0·20, 0·14; nach je weiteren 30 Minuten — 0·25, 0·21, 0·11; nach einer Stunde 0·21; nach sechs Stunden 0·96; nach zehn Stunden 0·82; nach weiteren 24 Stunden 0·79, und in der Flüssigkeit wird noch weiter Jod ausgeschieden.

Die Abhängigkeit der gebildeten Menge des freien Jods von der Menge der gebrauchten Aspergillusflüssigkeit zeigt die folgende Versuchsreihe. In vier flache Kolben wurden je 6 ccm einer 20% KI-lösung und Stärke gegeben und diese wurden um 4 Uhr 45 Min. mit verschiedenen Mengen der Aspergillusoxydase beschickt.

	A.	B.	C.	D.
Menge der Oxydase	25 ccm.	50 ccm.	100 ccm.	200 ccm.
Titriert um 5 Uhr .	0·44	0·54	0·69	0·77
Um 6 Uhr	0	0·17	0·70	1·41
Um 7 Uhr 45 M. abds	0·14	0·45	0·67	1·31
Um 9 Uhr früh . .	0·78	0·93	2·03	3·98
Zusammen . .	1·36	2·09	4·09	7·47

Eine ganz andere Abhängigkeit der gebildeten Jodmenge von derjenigen des zugesetzten Jodkali folgende Tabelle. Auf je 250 ccm der Aspergillusflüssigkeit und Stärke wurde eine wechselnde Menge einer 50% IK-lösung zugesetzt. Anfang des Versuches 10 Uhr 15 Minuten.

	A.	B.	C	D.
IK in ccm	5	10	20	40
Titriert um 10 U. 30 M.	0	0·69	0·94	1·02
Um 11 Uhr . . .	0·56	0·34	0	0
Um 1 Uhr 45 M. . .	1·87	1·15	0·43	0·28
Zusammen . .	2·43	2·18	1·37	1·30

Die Reaktion der Jodidoxydation verläuft also der Menge der Oxydase ziemlich gut proportional, dagegen wird durch die steigenden Jodkalimengen die Schnelligkeit der Reaktion zwar beschleunigt, doch die Tätigkeit der Oxydase im Ganzen vermindert.

Wie ich oben gesagt habe, scheiden nur junge Kulturen des Aspergillus die Jodidoxydase aus, in älteren, fruktifizierenden Kulturen ist dagegen keine Spur davon zu finden. Es wird also die Oxydase im Verlaufe der Pilzentwickelung zerstört. Die Säurebildung durch den Pilz genügt, um die Zerstörung der Oxydase her-

	A.	B.	C.	D.	E.	F.
Zusatz	2 ccm. Essigsäure	1 ccm. Essigsäure	—	2 ccm NaOH	4 ccm. NaOH	8 ccm. NaOH
Titriert um 12 Uhr 32 M.	0·52	0·48	0·55	0·51	0·51	0·49
Um 2 Uhr 2 M.	0·10	0·22	0·35	0·82	1·01	0·60
Um 6 Uhr abends . . .	0	0	0·29	1·75	2·63	0·96
Um 9 Uhr morgens . . .	0	0	0·90	4·20	3·62	2·22
Um 2 Uhr nachm. . . .	0	0	0·33	1·29	1·53	0·49
Um 5 Uhr 30 M. nachm. .	0	0	0·30	1·36	1·05	0·44
Um 9 Uhr morgens . . .	0	0	0·72	2·05	1·95	1·04

beizuführen. Dieses beweist die folgende Versuchsreihe, welche zugleich die Wirkung des Alkali auf die Reaktion der Oxydase demonstriert. In mehrere Kolben wurde je 100 ccm Aspergillusfiltrat mit Stärke und je 10 ccm einer 10% Jodkalilösung gegeben. Noch vor IK-Zusatz wurden in die Kolben verschiedener Mengen von Essigsäure, oder $\frac{1}{10}$ normale Natronlauge zugesetzt. Jodkali wurde um 12 Uhr 2 Minuten zugesetzt.

Die Lösungen A bis D reagierten sauer, E fast neutral, doch ein wenig alkalisch, F alkalisch. Die Tabelle zeigt deutlich die vernichtende Wirkung der Säure, die konservierende der Neutralisation und die die Oxydase nur wenig schädigende, durch stärkeren Alkalizusatz hervorgerufene Wirkung.

Die Resultate der beschriebenen Versuche fasse ich kurz zusammen. Die Bildung der extrazellularen Oxydase der Aspergilluswirkung hängt von der Entwickelung des Pilzes, so wie von der Kohlenstoffquelle der Nährlösung ab. Die jodentwickelnde Wirkung der Flüssigkeit wird weder durch eine Lakkase, noch durch die salpetrige Säure, oder durch ein Chinon veranlaßt. Solange keine Analyse vorhanden ist, wird es wohl am bequemsten sein, den wirkenden Körper als eine Jodidoxydase zu bezeichnen, ohne dadurch die enzymatische Natur der fraglichen Substanz präjudizieren zu wollen. Der Begriff der s. g. „Oxydationsenzyme“ ist ja heute so weit, wie wenig bestimmt.

---

52. M. A. BECK. **Zjawiska elektryczne kory mózgowej po częściowem jej zniszczeniu. Przyczynek do lokalizacyi czucia bólu.** ***(Elektrische Erscheinungen in der Hirnrinde nach partieller Exstirpation derselben. Ein Beitrag zur Lokalisation der Schmerzempfindung).*** *(Phénomènes électriques dans l'écorce cérébrale après son extirpation partielle. Contribution à la localisation de la sensibilité à la douleur).* Mémoire présenté par M. N. Cybulski m. t.

Es ist bekannt, daß die infolge partieller Exstirpation wie auch von pathologischen Vernichtungen der Hirnrinde auftretenden Ausfallserscheinungen mit der Zeit allmählich zurückgehen bis auf einen kleinen eng begrenzten Symptomenkomplex, welcher unverändert sehr lange Zeit, respektive bis zum Tode bestehen bleibt.

Ein Teil der Symptome, namentlich diejenigen, welche am frühesten vorübergehen, ist bekanntlich auf die Mitleidenschaft der die vernichtete Rindenstelle umgebenden Partien der Hirnrinde zurückzuführen; diese Symptome sind somit als Folge von Druck, Zirkulationsstörungen und dergleichen in den benachbarten Partien der Hirnrinde zu betrachten. Ein anderer Teil der Ausfallserscheinungen, welche ebenfalls vergänglich sind, doch länger als die vorhererwähnten dauern, kann nicht irgendwelchen Veränderungen in der Nachbarschaft zugeschrieben werden, und zwar aus dem Grunde, weil diese Symptome sehr regelmäßig sind und im Gegensatz zu jenen genau von der Lage und der Größe der exstirpierten Stelle abhängen.

Es sind dies die Gemeinempfindungen, nämlich die Schmerzempfindung, welche nach der Exstirpation einer Extremitätenstelle der Hirnrinde gleichzeitig mit der Tastempfindung in dem entsprechenden Körperteile verloren geht.

Hermann Munk hat darauf hingewiesen, daß der Wegfall der Tastempfindung von demjenigen der Schmerzempfindung zu unterscheiden ist und zeigte, daß nur die erstere infolge der Vernichtung der entsprechenden Rindenpartien dauernd geschädigt bleibt. Daraus wäre zu schließen, daß die Schmerzempfindung zwar ebenfalls an derselben Stelle der Hirnrinde wie die Tastempfindung lokalisiert ist, jedoch sich nicht auf diese Stelle beschränkt. Munk nimmt an, daß sie auch in den umgebenden Partien der Hirnrinde entsteht. Nach anderen Autoren wäre aber anzunehmen, daß die Gemeingefühle in den niederen Hirnteilen lokalisiert sein können, wofür die bekannten Versuche von Goltz am großhirnlosen Hunde zu sprechen scheinen.

Der Verfasser hat es unternommen, eine Entscheidung dieser Frage durch elektrische Untersuchung der Hirnrinde zu ermöglichen. Die Untersuchungen der elektrischen Erscheinungen in der Hirnrinde, über welche der Verfasser selbst, wie auch gemeinschaftlich mit Cybulski früher berichtet hatte, haben gezeigt, daß diese Methode sehr gut zum Aufsuchen jener Rindenstellen anwendbar ist, in welchen unter dem Einflusse peripherer zentripetaler Reize Aktionszustände entstehen.

Die Versuche vermittels zweier Galvanometer, bei denen die elektrischen Vorgänge an vier Punkten der Hirnrinde gleichzeitig geprüft wurden, erscheinen als besonders geeignet, um zu beweisen,

daß die Stelle, wo sich auf Reizung peripherer Endapparate die Herabsetzung des elektrischen Potentials, als Ausdruck des in der gegebenen Rindenstelle entstandenen Aktionszustandes konstatieren läßt, ganz eng begrenzt ist.

Diese Methode schien somit besonders zur Erforschung geeignet zu sein, in welchen Hirnteilen jene Empfindungen lokalisiert sind, welche nachdem dieselben infolge teilweiser Exstirpation der Hirnrinde verschwunden waren, dann wiedergekehrt sind. Zu diesem Behufe exstirpierte der Verfasser Hunden (und Affen)[1]) aus der Hirnrinde einer Seite die Sinnessphäre für eine Extremität. Die Operation wurde selbstverständlich unter den peinlichsten Kautelen der Asepsis ausgeführt. Die Resultate der Operation waren auch sehr günstig; in keinem einzigen Falle ist irgend eine Komplikation (Eiterung) eingetreten.

Sowohl vor der Operation, wie auch bald am Tage nach derselben und je einige Tage in der darauf folgenden Zeit wurde die Tast- und Schmerzempfindung in der angegriffenen Extremität genau untersucht und mit der gesunden Seite verglichen. Nach einem gewissen Zeitraum, welcher 45 bis 200 Tage betrug, jedenfalls aber nachdem konstatiert worden ist, daß die Schmerzempfindung total oder fast total zurückgekehrt war, wurde zur galvanometrischen Untersuchung der Hirnrinde geschritten.

Beide Hemisphären wurden bloßgelegt und zuerst die operierte mit dem Galvanometer derart verbunden, daß die eine Elektrode irgend einen indifferenten Punkt der Hirnoberfläche berührte, während mit der anderen der Reihe nach verschiedene Punkte der geschädigten Rindenstelle, dann ihrer Nachbarschaft und auch ferner gelegene Punkte der Hemisphäre abgetastet wurden.

Durch Beobachtung der primären Galvanometer-Ablenkung und deren Schwankungen auf Reizung derjenigen Extremität, deren Tast- und Schmerzempfindung nach der Extirpation der Hirnrinde aufgehoben gewesen war, suchte der Verfasser herauszufinden, ob irgend welche Stelle der Hirnrinde bei Reizung dieser Extremität negativ wird.

Hierauf wurde auch die Hirnrinde der anderen nicht geschädigten Hemisphäre galvanometrisch untersucht, um zu ermitteln, ob

[1]) Vorläufig berichtet der Verfasser lediglich über die Ergebnisse seiner Untersuchungen an Hunden.

nicht hier elektrische Veränderungen bei Reizung der Extremität derselben Seite entstehen, ob nicht etwa in symmetrischen Punkten dieser Hemisphäre Aktionsströme erscheinen, welche vorher in dem nunmehr exstirpierten Rindenteile entstanden waren.

Selbstverständlich wurde auch kontrolliert, ob sowohl in der operierten, wie auch in der normalen Hemisphäre auf Reizung der entsprechenden, kontralateralen Extremitäten, welche nicht geschädigt waren, elektrische Veränderungen auftreten und nur solche Versuche konnten als überzeugend betrachtet werden, wo eben in den gesunden, unverletzten Hirnteilen Aktionsströme bei der Reizung desjenigen Körperteiles entstanden, dessen Projektion die untersuchte Hirnstelle war.

Die Resultate der geschilderten Untersuchungen können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

Nach Exstirpation eines Teiles der Sinnessphäre der Hirnrinde tritt auf dem Defekte, welcher nach der Exstirpation zurückgeblieben ist, keine Herabsetzung des elektrischen Potentials bei Reizung der entsprechenden kontralateralen Extremität ein.

In den Fällen, in welchen die Exstirpation eine bedeutende Fläche umfaßte, das heißt nicht nur eine Extremitätenregion vernichtet, sondern auch ein Teil der benachbarten Region entfernt worden war, so daß unmittelbar nach der Operation auch in der anderen gleichseitigen Extremität, respektive am Halse und am Kopfe Ausfallsymptome aufgetreten waren, welche dann später verschwanden, war auch in den den Defekt umgrenzenden benachbarten Teilen der Hirnrinde bei Reizung der entsprechenden Extremität keine negative Ablenkung zu beobachten.

War aber die Exstirpation nur auf eine kleine Partie der Hirnrinde beschränkt, welche der entsprechenden Extremitätensphäre genau entsprach, so fielen die Resultate der elektrischen Untersuchung anders aus:

In diesen Fällen sah der Verfasser nämlich in der Umgebung des Defektes Elektronegativität auftreten, welche aber nicht so stark war wie auf der anderen, normalen Hemisphäre bei Reizung der kontralateralen Extremität und Ableitung von der entsprechenden Extremitätenregion.

Eine weitere Beobachtung, die zu notieren wäre, ist die folgende: Aus den früheren Untersuchungen des Verfassers war bekannt, daß bei Ableitung von der Hirnrinde zum Galvanometer außer der

primären Ablenkung eine ganze Reihe von Schwankungen entstehen, die weder von den Bewegungen des Gehirns abhängen, noch mit dem Atemrhythmus oder Puls synchron sind. Diese spontanen Schwankungen betrachtet der Verfasser als Folge von Aktionsströmen, welche in der Hirnrinde entstehen und durch Tätigkeitszustände derselben verursacht werden. Ferner hatte der Verfasser bemerkt, daß bei Reizung beliebiger zentripetaler Nerven oder deren peripherer Endigungen diese spontanen Schwankungen aufhören. Dem gegenüber wurde bei den gegenwärtigen Versuchen nach der Exstirpation konstatiert, daß wenn jene Extremität gereizt wird, deren entsprechende Region in der Hirnrinde entfernt worden ist, nur bei sehr intensiven Reizen, bei Reizung vermittelst starker Induktionsströme die spontanen Schwankungen (und auch dann nicht immer) aufhören, während schwache mechanische Reize, solche die sonst am leichtesten negative Ablenkung hervorrufen, kein Aufhören der spontanen Schwankungen zur Folge haben.

Der Verfasser zieht aus seinen Untersuchungen folgende Schlüsse:

Das Ausbleiben der negativen Ablenkung an der Hirnrinde nach ausgebreiteter Exstirpation, während eine solche Ablenkung in der Umgebung der exstirpierten Stellen dann zu beobachten ist, wenn diese Stelle genau nur eine Extremitätenregion einnahm, bestätigt vor allen die bereits anerkannte Tatsache, daß die Extremitätenregionen nicht voneinander scharf abgegrenzt sind, sondern vielmehr ineinander übergehen, ihre Felder also sich teilweise decken. Besonders gilt dies nach den Beobachtungen des Verfassers für die Lokalisation der Schmerzempfindung.

Nach ausgebreiteter Exstirpation ließ sich an keiner Stelle der Hirnrinde negative Schwankung konstatieren. Da aber doch die Schmerzempfindung in der vorerst angegriffenen Extremität sich wieder eingestellt hat, muß in diesen Fällen die Schmerzempfindung irgendwo anders als in der Hirnrinde, somit in den niedereren Zentren entstehen, eine Beobachtung, die mit der von Luciani, Flechsig ausgesprochenen Behauptung in Einklang stehen würde.

Das Aufhören der sog. spontanen Schwankungen bei Reizung der peripheren Nerven, betrachtet Verfasser als Folge einer Hemmung der selbstständigen Aktionszustände der Hirnrindenzentren. Wenn nun auf mechanische, taktile Reizung derjenigen Nervenendigungen, deren Rindenregion exstirpiert worden ist, kein Aufhören dieser Schwankungen zu sehen ist, darf daraus geschlossen

werden, daß normalerweise diese Hemmung nur von den entsprechenden Zentren ausgeht.

Errata du mémoire de M. S. Zaremba: Solution générale du Problème de Fourier.

Rétablir le facteur $\frac{1}{\sin\frac{\theta}{2}}$ aux seconds membres des inégalités suivantes: page 80, in. (13); page 81, in. (14); page 83, in. (25) et (27); page 86, in. (36); page 100, lignes 10, 12, 17 et 19; page 102, lignes 9 et 11; page 103, in. (27) et lignes 11, 13 et 16; page 111, in. (10) et ligne 9; page 113, ligne 1.

Page 90, équation (11). Remplacer dans le second membre les valeurs des exposants des exponentielles par la valeur: $-\mu r$.

Page 100, ligne 20. Au lieu de: „ce qui donne", lisez: „On trouve en s'appuyant sur l'une des inégalités (12) du ch. II et en tenant compte de (7):"

Page 102, ligne 12. Au lieu de: „Il résulte... que", lisez: „On trouve d'autre part, en s'appuyant sur l'une des inégalités (12) du ch. II:"

Page 103, ligne 5. Au lieu de: „A cause de cela on aura": lisez: „On aura d'autre part, à cause des inégalités (16) du ch. II:"

Rétablir le facteur $\frac{1}{\sin^2\frac{\theta}{2}}$ aux seconds membres des inégalités suivantes: page 111, in (11); page 113, in. (15) et 16; page 132, in. (17).

Rétablir au second membre de l'inégalité (22) page 132 le facteur $\frac{1}{\sin\frac{\theta'}{2}}$.

Rétablir le facteur $\frac{1}{\sin^2\frac{\theta'}{2}}$ aux seconds membres des inégalités suivantes: page 133, ligne 5 et in. (23).

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą

Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

15 Listopada 1905.

PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
1873 — 1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Séances et travaux)*, in 8-vo, volumes II — XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III — XIII, XV — XLII (vol. I. II XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8 vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI. XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674. ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI. Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III — VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones cleno diales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo. 41 vol (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas geologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 00 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o. 1874—1898 25 vol 873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*. 8-vo. 1889. — 4 k.

JUL 30 1906
12.229

N° 9. NOVEMBRE 1905.

BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1905

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ETE FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem Józefa Filipowskiego.

JUL 31 13

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 9. Novembre 1905.

Sommaire: 53. MM. FR. KRZYSZTAŁOWICZ et M. SIEDLECKI. Contribution à l'étude de la structure et du cycle évolutif de Spirochaete pallida Schaud.
54. MM. T. MOLDENHAUER et I. TARCHANOFF. Sur la radio-activité induite et naturelle des plantes et sur son rôle probable dans la croissance des plantes.
55. M. F. TONDERA. Sur l'influence du courant d'air sur les pousses en croissance.
56. M. L. MARCHLEWSKI. Sur l'origine de la choléhématine.
57. MM. L. MARCHLEWSKI et LAD. MATEJKO. Études sur la bixine.

Séance du lundi 6 Novembre 1905.

PRÉSIDENCE DE M. N. CYBULSKI.

53. MM. FR. KRZYSZTAŁOWICZ et M. SIEDLECKI m. c. **O budowie i rozwoju Spirochaete pallida Schaud.** ***(Contribution à l'étude de la structure et du cycle évolutif de Spirochaete pallida Schaud.).*** Note préliminaire.

(Planche XVIII.)

Ce printemps MM. Schaudinn et Hoffmann [1]) firent paraître un travail dans lequel ils démontrent que dans les lésions syphilitiques on trouve des spirilles à caractères constants. Dans l'article que nous avous publié dans la Revue médicale polonaise [2]) et dans les „Monatshefte für praktische Dermatologie" nous avous constaté également, que dans les accidents syphilitiques primitifs et secondaires on peut aisément découvrir des spirilles en plus ou moins grande quantité. En outre, nous avons fait remarquer qu'en dehors de ces spirilles isolés, on en rencontre par groupes, par chapelets en colonne, qu'il y en a de beaucoup plus gros que ceux, qu'on signale ordinairement; enfin nous avons décrit des spirilles bifurqués et comme entrelacés. Nous observions à ce propos, que la bifurcation de ces

[1]) Schaudinn et Hoffmann. Arbeit. aus dem Kais. Ges. Amte 1905.

[2]) a) Krzyształowicz i Siedlecki. Przegląd lekarski 1905; b) mêmes auteurs: Monatshefte f. prakt. Dermat. 1905.

spirilles peut être considérée comme une période de la division longitudinale, se passant d'une manière analogue à celle qu'avait décrite Schaudinn[1]) chez le *Spirochaete ziemanni.*

Après notre publication parut toute une série de travaux sur le même sujet, qui en termes plus ou moins exprès ont affirmé la présence des spirilles dans les divers accidents de la syphilis récente et de la syphilis héréditaire.

Toute fois, Schaudinn et Hoffmann ont constaté dans leurs recherches la présence de deux espèces de spirilles dont ils indiquent, comme suit, les caractères particuliers: „l'une de ces espèces se distingue par ce que les spirilles vivants sont très réfringents, que leur forme est plus constante et d'aspect plus raide, que leurs spires sont moins aiguës, plus larges et qu'ils se colorent en même temps avec facilité par tous les colorants employés pour colorer les autres spirilles (violet de gentiane, fuchsine phéniquée, teinture de Romanowsky etc.). C'est pour cela que cette variété a été dénommée *„type foncé"*. On n'a pas découvert de spirilles de ce genre dans les accidents syphilitiques proprement dits, mais toujours (5 cas) dans les condylomes acuminés. L'autre espèce est composée de spirilles qui, pendant la vie, sont fort délicats et réfractent faiblement la lumière, qui sont pourvus de spires plus étroites et plus aiguës et se colorent difficilement par les procédés précédents. Cette seconde variété a été désignée sous le nom de *„type pâle"*; on l'a rencontrée dans toutes les productions syphilitiques étudiées; jusqu'ici on n'est pas parvenu à découvrir des différences plus accusées entre ces deux variétés. Ce n'est que l'observation du développement de ces parasites qui pourrait définitivement nous apprendre, si nous avons affaire à deux espèces distinctes". Schaudinn propose dans le cas, où il serait établi que ce sont bien deux types différents, d'attribuer dans le système zoologique au premier type le nom de *Spirochaete refringens,* au second celui de *Spirochaete pallida.*

Dans un travail qui vient de paraître, Schaudinn[2]) nous soumet une description plus détaillée des caractères morphologiques des deux espèces de spirilles et appelle tout spécialement l'attention sur cette particularité, que le *Spir. pallida* possède aux deux extrémités du corps des cils, qui font défaut chez le *Spir. refringens;*

[1]) Schaudinn. Arb. aus dem Kais. Ges. Amte 1904.

[2]) Schaudinn. Deutsch. med. Wochsch. 1905.

ainsi que sur les différences qui existent dans la disposition de la membrane ondulante chez les deux types.

Au cours de nos études sur les accidents syphilitiques, souvent compliqués, se produisants aux parties génitales de l'homme ou de la femme, nous y avons constaté de spirilles fort différents du spirille pâle; aussi, conformément à l'opinion de MM. Schaudinn et Hoffmann nous les avons considérés comme spirochète réfringent. En dehors des particularités, signalées par Schaudinn, et surtout de sa faculté de se colorer fortement, il faut encore remarquer l'épaisseur du spirille, identique dans toute sa longueur, et l'absence des extrémités en pointe qui caractérisent le spirille pâle. Les spires, d'ordinaire plus larges, inégales, d'une épaisseur beaucoup plus considérable et sans amincissements, comme cela a lieu chez le spirille pâle, une coloration uniforme fortement prononcée, enfin l'extrémité obtuse, telles sont les caractères distinctifs du spirille réfringent dont la forme se rapproche beaucoup plus de celle des autres spirilles connus que de celle du spirochète pâle.

Il est aisé de reconnaître le spirille pâle au premier coup d'oeil à son corps filiforme, pointu aux deux extrémités, non moins qu'à ses spires resserrées et aiguës. Ces particularités sont si tranchées que dans les préparations il est très facile de discerner les deux formes, si l'on a sous les yeux les formes typiques, non modifiées par le développement. Néanmoins, en certaines périodes de son existence *Spirochaete pallida* peut modifier sa forme à un degré assez prononcé et c'est alors que les différences entre les deux espèces s'atténuent sensiblement.

Comme on le sait, le *Spirochaete pallida* peut se mouvoir très rapidement, tantôt se portant en avant, en tournant autour de son axe, tantôt se pliant. Au cours de ces mouvements son corps peut se raccourcir légèrement et, par cela même, devenir plus gros, tandis que ses spires ne sont plus aussi serrées et aussi aiguës que précédemment. Chez les individus vivants, au moment de la contraction, le corps entier ressort plus énergiquement et alors il réfracte assez bien la lumière. Dans les préparations on voit fort souvent un épaississement assez considérable du corps à l'endroit soumis à la contraction; souvent aussi presque tout le corps est contracté, et alors une seule, ou bien quelquefois les deux extrémités s'étirent en filaments extrêmement fins absolument semblables à des cils. Nos dessins (fig. 1) représentent les diverses phases du mouvement du spirille

pâle. Il en ressort que la forme typique du *spirille (spirochète)* ne devient apparente que lorsque tout le corps est distendu; au moment de la contraction au plus haut degré, les spirilles prennent une forme un peu analogue à celle d'un petit flagellé (p. ex. *Micromonas*).

En comparant entre elles ces formes diverses on s'aperçoit que l'épaisseur du spirille n'est pas une particularité assez constante pour qu'on puisse la considérer comme un caractère spécifique; de plus, puisque le spirille en état de contraction réfracte assez fortement la lumière et se colore d'une façon assez intense, il ne reste plus pour le distinguer du *Spirochaete refringens* qu'une seule différence tranchée, à savoir: les terminaisons effilées des extrémités.

Dans son dernier travail, Schaudinn (l. c.) décrit les cils terminaux du *Spirochaete pallida*. Néanmoins, le dessin schématique que ce savant nous soumet, ne permet pas de penser que ce qu'il décrit comme cils, soit une autre chose, que l'extrémité effilée du corps du Spirille pâle. Sur nos préparations colorées par la méthode de Giemsa et surtout par celle de Marino, nous avons trouvé fort souvent des formes absolument semblables à celles que Schaudinn décrit sous le nom de cils (fig. 1); nous ne pouvons cependant les considérer que comme une des phases de l'allongement du corps.

Le mouvement du Spirochète pâle, qui souvent peut se porter en avant très vite, sans qu'il se modifie pourtant alors d'une façon bien apparente, permet de supposer que cet animal possède une sorte d'appareil locomoteur. Schaudinn, en effet, admet l'existence d'une membrane ondulante, courant en spirale tout le long de son corps. Sur nos préparations nous avons observé souvent des contours pâles, entourant l'axe fortement teinté du corps du spirille, mais il ne nous a pas été donné jusqu'ici de constater l'existence d'une membrane ondulante; nous pensons pourtant que les remarques de Schaudinn sont tout à fait autorisées.

D'après les descriptions connues du *Spirochaete pallida*, il a été impossible de déterminer exactement l'endroit, où se trouve le noyau du spirille. Dans notre dernière notice nous avons laissé aussi cette question sans la résoudre. Ce n'est qu'à l'aide d'une petite modification de la méthode de Marino [1]) que nous sommes parvenus

[1]) Les préparations fixées à l'alcool absolu ou bien à l'acide osmique, ont été placées dans de l'alcool méthylique pendant 10 minutes, après quoi seulement nous les avons colorées par la méthode de Marino.

à discerner dans les spirilles certaines parties du corps de structure différente, qu'il faut certainement considérer comme leur noyau [1]). Nous les avons observées d'abord dans les spirilles dont le corps n'était pas uniformément plissé, mais était redressé à peu près vers la moitié de sa longueur (fig. 1). Ces spirilles sont très abondants et si l'on réussit à bien colorer la préparation, on y voit toujours un petit espace clair à l'endroit sans pli. A cet endroit les côtés du spirille sont droits ou gonflés d'une façon presque insensible, et ses contours se dessinent d'une façon extrêmement délicate, tandis que le centre même du corps semble percé de part en part. Avec une certaine expérience on peut apercevoir cet espace clair presque dans chaque spirille, pourvu que la préparation ne soit pas trop fortement teintée, ou que les spires du sujet ne soient pas trop serrées. Nous avons observé ces corps chez des spirilles provenant aussi bien de l'accident primitif que des éléments éruptifs secondaires. Ils sont très apparents chez les spirilles légèrement contractés et plus gros que d'ordinaire, où ils se manifestent comme un espace clair, arrondi. Avec une bonne lumière et une certaine expérience on peut les voir sur toutes les préparations, quelle que soit la méthode mise en usage pour les colorer.

A notre avis cet espace, vide en apparence, répond entièrement au noyau cellulaire. On sait que chez beaucoup de protozoaires, surtout dans le groupe de Sporozoaires, le noyau est très souvent pauvre en chromatine. Chez les Coccidies, par exemple, on reconnaît parfois seulement les contours du noyau se détachant du protoplasma cellulaire; toute la chromatine est contenue dans le caryosome et dans la membrane nucléaire. Nous pensons que c'est aussi le cas des noyaux de *Spirochaete pallida*, et qu'ils ne contiennent que très peu de chromatine; c'est pourquoi dans les préparations ils ont l'apparence d'espaces vides.

Il est cependant très possible que la totalité de substance chromatique, contenue dans le spirille, ne soit pas renfermée dans ce noyau transparent. Souvent nous avons remarqué des traces d'une coloration plus foncée, ou même parfois des corpuscules extrêmement ténus, fortement colorés, comme une sorte de caryosome, sur

[1]) MM. Wechselmann et Löwenthal ont remarqué également chez certains individus de *Spir. pallida*, à l'aide de l'Ultramicroscope des formations qu'ils considèrent comme noyau. (Cité d'après Hübner Dermatol. Zeitsch. 1905).

un des côtés du noyau transparent. Mais ce sont des choses si fines, si difficiles à contrôler et à apercevoir que nous ne saurions affirmer actuellement rien de positif à leur sujet.

Le *Spirochaete pallida*, dans la période où il a la forme typique d'un spirille, est une cellule avec un noyau, capable de se contracter et par cela même de modifier la forme de son corps dans une mesure assez considérable. Ces propriétés permettent déjà de le discerner des bactéries et de le placer plutôt parmi les Protozoaires.

Dans la période de son existence où *Spirochaete pallida* a la forme caractéristique d'un spirille, il peut se reproduire par division. Dans notre dernière note nous avons décrit ce mode de reproduction et donné un dessin représentant ce stade; aujourd'hui Schaudinn confirme nos observations.

Le plan de division chez *Spirochaete pallida* passe tout le long du corps (fig. 2) de telle sorte que le spirille se divise en deux parties égales. Cette division commence à une des extrémités du corps, de manière qu'au début l'animal a l'aspect d'une fourche. Les mouvements et les contractions qui caractérisent cette espèce ne cessent pas pendant tous les stades de la division; aussi lorsque ce travail de séparation des deux cellules filles est assez avancé, elles peuvent s'enrouler l'une autour de l'autre (fig. 2), ainsi que le font d'autres espèces des spirilles.

Enfin la séparation fait des progrès tels, que les spirilles ne se tiennent plus que par une de leurs extrémités. A cette période les phénomènes de la séparation peuvent subitement s'arrêter et les deux animaux restent liés par une de leurs extrémités (fig. 2, 3). Ils peuvent rester enlacés mutuellement, ou encore se redresser et se placer sur un seul axe, donnant ainsi l'image d'un seul spirille fort long [1]). Toutefois, d'après les rétrécissements du corps et surtout d'après les noyaux particuliers à chacun des fragments, il est aisé de reconnaître chacun des spirilles et de le distinguer d'un seul spirille allongé. Il est fort possible que les spirilles ne cessant pas d'être en communication puissent encore une fois se diviser. On voit souvent sur les préparations des colonies du spirille composées de deux individus, autour desquels s'enroulent les autres; souvent aussi on voit

[1]) Les spirilles très longs ont été considérés comme une sorte de colonie par Wechselmann et Löventhal. (l. c.).

plusieurs spirilles réunis sur une seule ligne (fig. 3). De cette façon il est possible que les colonies se forment par voie de division.

La division peut contribuer à multiplier le nombre des individus, par voie de reproduction agame. Ce n'est pas cependant le procédé unique de reproduction de cet animal; en examinant les préparations faites des matériaux puisés chez des malades présentant des accidents syphilitiques exceptionnellement graves ou négligés pendant longtemps, nous avons trouvé toute une série des formes des spirilles qui permettent de penser que cet animal peut modifier son aspect et passer par tous les stades de la reproduction sexuelle. Après avoir étudié ces formes sur nos préparations, nous avons pu ensuite les rechercher et les rencontrer dans des matériaux frais et observer l'animal vivant, sa forme et ses mouvements.

Pour la première fois nous avons rencontré ces formes dans une grande lésion syphilitique primitive dans la fosse rétroglandulaire; cette ulcération était en partie gangrenée à cause d'une infection surajoutée, mais lorsqu'il nous a éte donné de l'observer elle commençait déjà à se cicatriser et à guérir spontanément. Plus tard nous avons rencontré ces formes chez d'autres malades atteints d'accidents secondaires négligés pendant longtemps et tout spécialement dans les papules érosives purulentes qui n'étaient pas traitées depuis deux mois.

Le meilleur colorant de ces corps est le bleu de Marino, après le traitement préalable de la préparation par l'alcool méthylique; mais on peut les voir sur des préparations colorées par d'autres méthodes, même par l'hématoxyline de Böhmer. Leur structure et ses détails se sont montrés les mêmes aussi bien dans les préparations desséchées que dans celles fixées par les vapeurs d'acide osmique

* * *

Nous avons déjà fait remarquer plus haut que le *Spirochaete pallida* peut se raccourcir considérablement par contraction de son corps, et qu'au moment où cette contraction est très prononcée, elle a quelque ressemblance avec un petit flagellé. En examinant les préparations provenantes des matériaux ci-dessus décrits, nous y avons rencontré des corps d'une forme analogue à celle des spirilles ordinaires contractés, mais en différant par les dimensions et par les détails de leur structure. Tandis que chez un spirille ordinaire, au

moment de sa contraction la plus violente, la longueur du corps est 30—40 fois plus considérable que son épaisseur, les spirilles en question sont beaucoup plus gros (fig. 4, 6), leur épaisseur, en effet, au point où elle est la plus forte, est à peu près d'un vingtième de leur longueur. Leur corps fusiforme, d'une longueur de 7 μ environ, a une de ses extrémités terminée en filament assez long, et l'autre à terminaison beaucoup moins aiguë. Du côté de cette dernière extrémité, au quart environ de la longueur totale, et en même temps à l'endroit de la largeur maxima, se trouve un noyau bien apparent. Ce noyau a l'aspect d'une vésicule ovoïde à contours fort tranchés et d'une coloration foncée; il semble complètement transparent ou parfois légèrement teinté en bleu, mais sans contenir toutefois un réseau chromatique bien distinct. A l'une des extrémités du noyau, tournée vers la partie allongée du corps de l'animal, se trouve un corpuscule se colorant en rouge par la méthode de Marino (fig. 4). Tout le corps de l'animal dans ce stade se colore a peu près entièrement d'une façon uniforme; toutefois chez les spirilles d'une dimension assez grande on peut reconnaître une sorte de filament, de coloration foncée, courant le long de la surface du corps, ou entourant ce dernier de tours légèrement spiraux et aboutissant à l'endroit où se trouve le corpuscule rougeâtre près du noyau (fig. 4 a, b).

Un simple coup d'oeil jeté sur les fig. 4 et 6 suffit pour être convaincu de la ressemblance des ces formes avec les animaux appartenant au genre *Trypanosoma*. Le petit corpuscule fortement teinté en rouge rappelle tout à fait le blépharoblaste des trypanosomes, et le filament foncé sur le corps n'est que le bord de la membrane ondulante.

En nous appuyant sur ces observations, nous pouvons avancer que le *Spirochaete pallida* peut, à un certain moment de son existence, passer par le stade trypanosome.

Les recherches exécutées sur les individus vivants écartent toute incertitude sur ce sujet. Ces spirilles vivants réfractent la lumière assez fortement, quoique un peu plus faiblement que *Spirochaete refringens*, et il est assez facile d'étudier leur structure et leurs mouvements. Leur corps allongé est d'ordinaire légèrement recourbé en arc et seule son extrémité pointue opère quelques légers mouvements serpentins; malgré les changements peu prononcés de la forme du corps, ces animaux se meuvent assez vivement, grâce à la mem-

brane ondulante. Ils tournent sur place ou s'avancent, en décrivant avec tout leur corps une ligne en spirale; leurs mouvements présentent une grande analogie avec ceux du trypanosome.

Les détails de la structure, non moins que le mode caractéristique du mouvement, ne peuvent être bien constatés que chez des sujets de grandes dimensions, parvenus à l'état de développement complet; chez les individus plus petits la membrane ondulante n'est que peu apparente, et c'est seulement d'après les mouvements de l'animal qu'on peut supposer chez lui l'existence de cet organe. Les sujets très petits se rapprochent, quant à leur structure et à leur forme, des spirilles contractés (fig. 6). Cette transition graduelle entre les spirilles et les trypanosomes, permet à penser que ces derniers proviennent des spirochètes par croissance. Il est alors très probable que tous les organes visibles chez les trypanosomes se trouvent aussi chez les spirochètes, mais ils y sont trop fins pour que l'on puisse les y constater et les y étudier.

La constatation de se fait que les trypanosomes et les spirochètes appartiennent à un seul et même cycle évolutif d'un animal, jette une vive lumière sur la nature de ces formes que nous désignons sous le nom de *spirilles* ou *spirochètes*. Ce ne sont point des bactéries, ainsi qu'on le croyait jusqu'à ce temps, mais ce sont des Protozoaires appartenant au groupe des Flagellés. Nos recherches exécutées sur le *Spirochaete pallida* confirment l'opinion de Schaudinn[1]), qui, comme nous, met les spirilles au nombre des Protozoaires.

Le trypanosome qui représente une forme du développement du *Spirochaete pallida*, peut être placé dans le système des Protozoaires, à côté des autres animaux du même genre, et nous proposons pour cette espèce le nom de *Trypanosoma luis*.

Arrivé au stade trypanosome l'animal ne perd pas la faculté de la reproduction agame. Il peut se multiplier par division longitudinale, laquelle commence par la bifurcation de la partie plus effilée de son corps (fig. 5). Quelles sont les modifications auxquelles serait soumise chacune de ces parties du corps pendant la division — nos recherches ne nous ont pas encore permis de répondre à cette question. Nous pouvons pourtant faire remarquer que, dans les stades où commence la division du corps du trypanosome, il ne nous a pas été donné de distinguer son noyau, et seulement en certains points

[1]) Schaudinn. Arb. aus dem Kais. Ges. Amte 1904.

de son corps une coloration plus foncée était perceptible (fig. 5, a), probablement causée par des changements dans le noyau.

Comme nous le verrons plus loin, dans l'évolution de *Spirochaete pallida* le stade trypanosome joue le rôle de la cellule femelle ou macrogamète.

Sur les mêmes préparations où nous avons observé *Trypanosoma luis,* nous avons vu aussi des spirilles qui de prime abord semblaient différer énormément de la forme type du *Spirochaete pallida.* Beaucoup plus longs et un peu plus gros que les individus moyens, ils présentaient (fig. 7, 8) chacun quelques noyaux fort accusés, où il était beaucoup plus aisé, que chez les autres formes, de constater les contours bien tranchés et le corpuscule fortement coloré. Les deux extrémités de ces formes allongées se terminaient en pointes et même en plusieurs cas s'étiraient en filaments. Chez certaines d'entre elles les noyaux étaient assez nombreux (fig. 7); chez d'autres ils l'étaient moins (fig. 8). Le corps de ces formes était d'une épaisseur uniforme dans toute sa longueur, et il n'était pas possible de reconnaître un amincissement dans des espaces entre les noyaux; leurs spires étaient un peu plus larges que chez les spirilles ordinaires.

A côté de ces formes allongées à noyaux multiples, nous avons rencontré aussi fort souvent des formes très petites, courtes (longueur 3 μ environ) et très minces, terminées en pointe à leurs deux extrémités et absolument semblables à une des spires isolée de l'animal allongé à noyaux multiples, dont nous venons de parler (fig. 9 a, b). Le corps de ces courts animalcules est d'ordinaire seulement arqué ou recourbé légèrement en un pli sinueux. Dans les préparations bien colorées, on voit chez eux un noyau, de structure identique à celle que nous avons observée chez les individus à plusieurs noyaux. Souvent aussi ces petites formes se rencontrent par groupes, réunies bout à bout par leurs extrémités, et alors leur disposition rappelle celle d'un grand spirille à noyaux multiples, mais s'en distingue toutefois par des rétrécissements, se manifestant entre deux individus. Ces petites formes peuvent aussi se diviser longitudinalement, après quoi les individus filles peuvent parfois rester liés par leurs extrémités. Il est possible que leurs divisions se succèdent avec une grande rapidité, de telle sorte qu'un animal, provenant d'une forme déjà trés petite, pas encore parvenu à la taille de la cellule mère, commence à se diviser à son tour. A cause de

cette division répétée, les dimensions de ces petits spirilles s'amoindrissent à un tel degré que l'on ne peut plus les étudier dans leurs détails même avec le secours des grossissements considérables.

En comparant la série de formes de transition entre les grands spirilles à noyaux multiples et les petits, nous sommes parvenus à la conclusion suivante: les petits individus sont produits par le fractionnement des grandes formes à noyaux multiples en fragments mononucléaires.

Il est facile de s'expliquer la formation des formes à noyaux multiples, si l'on se rappelle que les spirilles de structure ordinaire peuvent après leur division rester liés l'un à l'autre; les divisions ultérieures de ces spirilles, ainsi attachés, peuvent donner naissance à des colonies. Si entre les individus, réunis en colonie, survient une liaison plus étroite, ils doivent former un individu complètement uniforme à plusieurs noyaux. Nous supposons toutefois qu'au moment où s'opère entre ces spirilles cette liaison étroite, ils doivent éprouver certaines modifications, qui amènent ultérieurement la colonie en dissolution à former des petits individus courts et non des spirilles proprement dits.

Étudiés sur des matériaux frais, ces petits individus ont l'aspect de petits serpents, réfractants assez fortement la lumière, et se meuvent d'une manière très caractéristique. Ils tournent sur place, virant sans cesse autour de leur axe vertical; s'ils s'avancent, ils opèrent ce mouvement en décrivant une ligne en spirale, formée des tours très serrés et d'une trés petite étendue.

Ces petites formes jouent à notre avis le rôle des cellules mâles ou microgamètes. Quoique nous les ayons rencontré tout aussi bien dans des infiltrations primitives syphilitiques que dans des accidents secondaires, surtout dans les papules sèches et les papules érosives, il ne nous a été permis de discerner leur rôle que dans un seul cas, à savoir, dans des matériaux pris d'une fort grande ulcération primitive qui commençait à se cicatriser spontanément.

Dans les préparations faites avec le liquide provenant de cette ulcération ces petites formes étaient attachées aux grands individus que nous avons précédemment décrits sous le nom de *Trypanosoma luis*. A côté des grands individus ou voyait un petit spirille en croissant, qui (fig. 10) au commencement seulement touche, par une des ses extrémités, le corps du trypanosome; puis la limite entre les deux formes s'efface et l'on ne voit plus que l'extrémité du spirille en

croissant ressortant sur le côté du trypanosome; les deux individus finissent ensuite par se confondre complètement (fig. 10).

Jusqu'ici nous ne sommes pas parvenus à observer d'autres modifications dans les noyaux des individus qui se fusionnent, que seulement la disparition apparente de l'appareil nucléaire dans la période, où sur le côté du grand individu reste visible seulement l'extrémité du petit.

Il ne nous a pas été non plus possible de savoir ce que devient le Trypanosome après la fécondation. En observant ce malade, chez lequel nous avions pu voir *Spirochaete pallida* dans la période de sa reproduction sexuelle, quelques jours après la découverte de ces phénomènes nous n'avons constaté plus rien que la présence des spirilles ordinaires, et encore ceux-ci étaient-ils fort rares. A notre avis, après la fécondation, *Trypanosoma luis* peut vraisemblablement passer par une période de repos sous une autre forme que celle d'un spirille ou d'un trypanosome, et probablement sous la forme de kyste ou de spore. Mais de quelle façon puisse se produire cette transformation et quelle forme peut prendre ce spore, il ne serait, pensons-nous, possible de le trouver qu'en observant la marche normale de la maladie chez un malade qui ne serait soumis à aucun traitement; il est possible alors que l'examen des singes, surtout des anthropoïdes auxquels la syphilis est inoculable, conduirait dans cette voie à des résultats précieux. Des recherches de ce genre demandent à être exécutées sur une grande échelle et pendant un espace de temps assez prolongé: nous nous voyons forcés de les remettre à plus tard.

Donc, quoique le sort du *Trypanosoma luis* après sa fécondation nous soit resté inconnu, nous pouvons néanmoins, en nous appuyant sur les faits que nous venons de rapporter, ainsi que sur ce que nous savons de l'histoire du développement des autres protozoaires, présenter brièvement comme suit le cycle de son évolution (voir le dessin schématique).

La forme du *Spirochaete pallida* découverte par Schaudinn (1) peut se multiplier par division longitudinale (2—3), et de cette manière la quantité des individus peut augmenter considérablement; les divisions répétées représentent le cycle de l'évolution agame (⇆). Après quelques divisions consécutives quelques-uns des individus se raccourcissent (4) et se transforment peu à peu en trypanosomes (5), qui, eux aussi, peuvent se multiplier par division (6).

D'autres individus de *Spirochaete pallida* après plusieurs divisions consécutives, peuvent donner naissance à une colonie (7—8) qui peut ensuite se résoudre en petits individus en forme des petits serpents (9), aptes également à se reproduire par division. Les trypanoso-

mes (= macrogamètes) et les petits spirilles (= microgamètes) s'unissent entre eux (11— 12); après que les phénomènes de la fécondation sont terminés, survient probablement une période de repos pendant laquelle l'animal prend une autre forme du corps, peut être de kyste ou de spore; de ce stade de repos peut surgir de nouveau et directement un individu en forme de spirochète proprement dit.

Dans le schéma du cycle évolutif nous avons marqué par une ligne interrompue ces périodes de développement dans lesquels, pensons-nous, le parasite doit prendre la forme d'un stade de repos. En étudiant les préparations, provenantes de diverses manifestations, syphiliques récentes, nous avons rencontré quelques espèces de formes variées, dont nous ne saurions actuellement déterminer la signification.

La première espèce de ces formes (fig. 11 a) qui se trouve tout aussi bien dans les accidents primitifs que dans les éruptions secondaires, était composée des corps allongées, approximativement de la

longueur de la moitié du diamètre du globule rouge, en forme d'un croissant, arrondis à leurs deux extrémités. Leur protoplasma se colorait fortement en rouge-foncé, et au centre du corps on voyait le noyau. Parfois deux de ces formes restaient réunies, comme si préalablement elles s'étaient divisées.

Dans certaines préparations nous avons vu des corps (fig. 11 b) arrondis dont le diamètre atteignait à peine $^1/_6$ et même $^1/_8$ du diamètre du globule rouge. La surface de ces corps est lisse, comme entourée d'une membrane; le protoplasma se colore en violet, tandis que le noyau prend une teinte plus rouge (méthode de Marino).

La troisième espèce des corps énigmatiques que nous avons aperçus, consiste en formes allongées en fuseau, atteignant la longueur d'un spirille moyen, droites ou seulement très légèrement recourbées; par la méthode de Marino le protoplasma de ces corps se colorait en bleu clair, et leur noyau en rouge vif. Dans les bâtonnets plus courts nous avons trouvé un seul noyau, dans les plus longs on remarquait la division de ce noyau ou bien quelquefois plusieurs noyaux disposés en rangée à une certaine distance les uns des autres (fig. 11 c) [1]).

Aucune de ces trois espèces de corps n'était semblable aux bactéries; nous ne saurions cependant affirmer, si leur apparition reste en rapport quelconque avec le cycle évolutif des spirilles, car nous n'avons pas vu les formes de transition entre les spirilles, à n'importe quel degré de leur développement, et ces corps.

Nous avons observé les formes les plus curieuses dans un liquide séreux extrait d'une vésicule produite sur une papule sèche par une légère cautérisation (fig. 12). C'étaient des formes allongées, recourbées en ondulations irrégulières, formes beaucoup plus longues et beaucoup plus larges que les spirilles ordinaires; aux extrémités de ces corps on apercevait une sorte d'élargissement, peu prononcé sur quelques-uns, sur d'autres, au contraire, très apparent, très grand et étiré en un prolongement amiboïde irrégulier (fig. 12). Le protoplasma de ces formes se colorait en teinte bleuâtre et l'on y voyait quelques noyaux disposés soit dans la partie allongée, soit dans le prolongement amiboïde.

Nous n'avons pu jusqu'ici établir la signification des formes ci-

[1]) Il est possible que les formes mentionnées par Löventhal soient du même genre que celles que nous avons étudiées. (Löventhal, cité d'apres Hübner l. c.).

dessus décrites; quelques-unes d'entre elles ressemblent un peu aux figures que donne Siegel dans ses travaux sur *Cytorrhyctes luis* (p. ex. dans les Münch. Med. Wochsch. 1905). Il est fort possible qu'un de ces corps énigmatiques soit réellement une forme évolutive du *Spirochaete pallida*; mais les données que nous possédons actuellement ne nous permettent pas de trancher cette question.

* * *

En comparant les phases du développement du *Spirochaete pallida* avec les accidents morbides qui se manifestent au cours de la syphilis, nous nous croyons autorisés à affirmer que quelques-uns des ces accidents sont certainement sous la dépendance des certains stades évolutifs du parasite.

Dans les infiltrations syphilitiques primitives, spécialement dans celles qui sont récentes, nous trouvons toujours une grande quantité de *Spirochaete pallida* dans le stade *spirille,* et il est évident que sa présence en si grande abondance, est précisément la cause de l'accident primitif. Donc, pour déterminer cette infiltration le parasite doit pénétrer dans les tissus de l'individu non infecté sous une forme telle, qu'il en puisse se former une grande quantité d'individus, par conséquent sous la forme d'un spirille, apte à la reproduction agame, ou bien encore sous celle d'un stade de repos, d'où peut sortir et se développer le spirille. La reproduction agame, contribuant à la multiplication des individus du spirochète, devient ainsi la cause des accidents primitifs locaux.

Il est hors de doute qu'à l'état de spirille le parasite peut se répandre dans l'organisme, car on a trouvé des spirilles dans des ganglions lymphatiques tuméfiés, situés près du siège de l'infection initiale. Toutefois nous croyons que l'invasion du parasite dans l'organisme entier, invasion qui détermine l'apparition des accidents secondaires, ne commence à s'opérer avec force qu'après l'achèvement du cycle de reproduction sexuelle et vraisemblablement après la constitution d'un stade de repos (spore). Sous la forme de ce stade résistant, le parasite peut être transporté dans diverses parties de l'organisme; poussé par le courant de la lymphe ou du sang, ce parasite ne saurait avoir aucune action nuisible sur les tissus à travers lesquels il passe; ce n'est que lorsqu'il s'arrête, se fixe, et que de lui se forment des nouveaux spirochètes, que commencent à se manifester les accidents secondaires. L'éclosion des manifestations

secondaires est donc en rapport avec la formation d'une grande quantité de spirilles, qui se multiplient par voie de reproduction agame et proviennent d'un spirille descendant directement d'un stade de repos.

Déterminer les relations qui existent entre les manifestations tardives de la syphilis et l'évolution du parasite serait certainement une chose fort intéressante; malheureusement les recherches ne nous ont pas jusqu'ici donné une solution satisfaisante de cette question.

Travail du Laboratoire d'anatomie comparée de l'Université Jagellonne de Cracovie.

Explication des figures:

Toutes les figures ont été faites d'après les préparations séchées et fixées à l'alcool. Les contours des figures ont été dessinés le plus soigneusement à l'aide de la chambre claire d'Abbe, d'un objectif apochromatique de Zeiss $\frac{2{\cdot}00}{1{\cdot}30}$ et de l'oculaire compensateur Nr. 12. Les détails ont été étudiés avec les grossissements moins forts.

1. Différentes formes de *Spirochaete pallida.*
2. Stades de la division de *Spirochaete pallida.*
3. Colonies des spirilles.
4. *Trypanosoma luis.* Accident primitif. Bleu Marino.
5. Division de *Trypanosoma luis.* Sclerosis initialis. Bleu Marino.
6. *Trypanosoma luis* d'une papule érosive. Bleu Marino.
7. Individu à plusieurs noyaux. Sclerosis initialis. Bleu Marino.
8. Le même stade d'une papule. Bleu Marino.
9. Petits spirilles (Microgamètes). Sclerosis initialis. Bleu Marino.
10. Stades de fécondation. Sclerosis initialis. Bleu Marino.
11. Corps énigmatiques d'une papule érosive. Bleu Marino.
12. Corps amiboïdes d'une vésicule provoquée sur une papule sèche. Bleu Marino.

---

54. MM. I. TARCHANOFF et T. MOLDENHAUER. **O promieniotwórczości indukowanej i naturalnej roślin i o prawdopodobnym jej wpływie na rozwój roślin.** ***(Sur la radio-activité induite et naturelle des plantes et sur son rôle probable dans la croissance des plantes).*** Communication préliminaire. Mémoire présenté par M. N. Cybulski m. t.

Nous présentons ici un bref aperçu des résultats obtenus dans une longue série d'expériences, faites dans cet ordre d'idées, sur les graines en germination et sur les plantes elles-mêmes en différentes périodes de croissance.

La première partie de ce travail a été consacrée à l'étude de

la propriété des graines et des plantes de devenir radio-actives sous l'influence de l'émanation du radium, et la seconde — à l'étude de leur radio-activité naturelle. Pour constater la radio-activité des objets soumis à l'expérience, nous nous servions de la méthode électroscopique, ainsi que de la méthode photographique.

Pour soumettre les graines et les plantes à l'influence de l'émanation nous les placions dans des tubes en verre dans lesquels circulait un courant d'air, contenant de l'émanation du radium. Nous nous servions dans ce but de l'appareil construit par nous et décrit dans l'article: „Die Combination der Radiotherapie mit der Organotherapie" (Berliner klin. Wochenschrift, 1905, Nr. 16). La durée de l'exposition des graines et des plantes à l'émanation variait d'un quart d'heure jusqu'à deux ou trois heures.

§ 1. Voici les résultats des expériences sur la radio-activité induite des graines et des plantes soumises à l'émanation.

1) Les graines des céréales — du blé, de l'orge, de l'avoine, du seigle etc., ainsi que du pois etc., préalablement humectées, après une demie-heure d'action de l'émanation deviennent franchement radio-actives, ce qui se manifeste par leur capacité de décharger l'électroscope et d'impressionner la plaque photographique. Un des pôles des graines des céréales est toujours plus radio-actif que l'autre: c'est justement celui sur lequel va apparaître la racine de la plante future. De toutes les parties, dont est constituée la graine, ce sont surtout les minces, transparentes pellicules internes du tégument qui deviennent les plus radio-actives; ensuite vient l'embryon inclus dans la graine et, en dernier lieu, l'amidon. Cette radio-activité induite des graines se conserve pendant plusieurs jours.

2) Les jeunes plantes, dès les premiers jours de leur sortie de la graine, soumises à l'action de l'émanation, présentent une radio-activité induite qui se manifeste d'une façon inégale dans les différentes parties de la plante: les bouts des racines deviennent ordinairement très radio-actifs, tandis que la tige de la plante, ainsi que les petites feuilles se montrent presque inactives. Il est à remarquer aussi, que parmi les racines multiples d'une plante donnée il s'en trouve qui ne manifestent aucune radio-activité, tandis que les autres racines voisines sont très actives et déchargent promptement l'électroscope et donnent de belles images photographiques. La décharge de l'électroscope se produit beaucoup plus facilement, si nous approchons vers la boule de l'électroscope le bout terminal de

la racine, et non sa surface longitudinale; tandis que pour l'impression photographique le mode d'application de la racine ne joue aucun rôle et l'on obtient toujours les mêmes résultats positifs. Tout les essais photographiques se faisaient suivant la même méthode: une plaque sensible était enveloppée de tous les côtés dans une feuille de plomb, dans laquelle on avait découpé une lettre de l'alphabet; ces endroits découpés donnaient un passage libre aux rayons vers la plaque, et la plante était placée au-dessus d'eux. C'est de

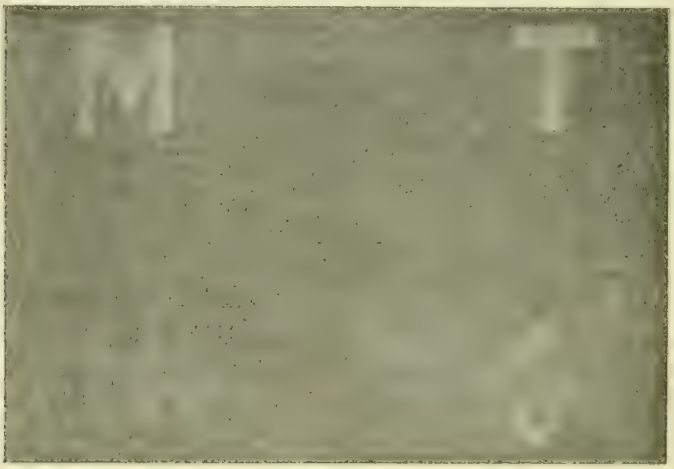


Fig. 1.
Différentes photographies obtenues par l'action des graines et des racines de jeunes plantes sur la plaque sensible.

cette façon qu'ont été obtenues les photographies, présentées dans ce mémoire (Fig. 1). Il suffit de soumettre les plaques sensibles pendant 5 à 15 minutes à l'action des plantes ou des graines radio-actives (dans une chambre noire) pour obtenir des résultats nets.

3) En exposant à l'émanation du radium (bromure de radium) différentes parties des plantes tout à fait développées — racines, tiges, feuilles et fleurs — on obtient les résultats suivants: les racines deviennent fortement radio-actives, les tiges — beaucoup moins, même à la surface de section transversale; la radio-activité des feuilles se montre à peine, et les fleurs restent inactives: elles ne manifestent aucune trace de radio-activité. Cette distribution de la radio-activité est un phénomène constant. Ce fait s'observe aussi quand

on étudie la radio-activité des coupes transversales des différentes parties de la plante.

Il nous paraît donc probable que la substance si sensible à l'émanation du radium et capable de devenir radio-active sous son influence n'est pas distribuée d'une manière uniforme dans toutes les parties de la plante, mais qu'elle se trouve surtout dans les racines et qu'à partir de là elle diminue progressivement, en remontant vers les feuilles et les fleurs. La graine même contient cette substance capable de devenir radio-active.

§ II. Les expériences qui suivent sur la radio-activité naturelle des plantes viennent à corroborer en partie l'opinion précédente. Elles ont été faites sur des graines et des plantes normales qui n'avaient subi aucune influence artificielle de l'émanation du radium.

1) La graine sèche de l'orge, de l'avoine, du blé etc., présente autant qu'elle reste intacte, une très faible radio-activité; mais il suffit de débarrasser la graine de son enveloppe extérieure, de saisir les pellicules translucides qui sont accolées en dedans à cette enveloppe et de les approcher de la boule de l'électroscope pour obtenir une prompte décharge électrique. Les autres parties de la graine sèche ne manifestent qu'une faible radio-activité. Il y aurait donc dans la graine même, déjà avant sa germination, une substance radio-active localisée surtout dans les pellicules internes mentionnées ci-dessus. Ces pellicules, outre leur action sur l'électroscope, agissent aussi sur la plaque photographique et donnent des photographies. Il est donc naturel que les graines contenant à l'état normal une substance radio-active présentent une augmentation de la radio-activité sous l'influence de l'émanation du radium.

2) Étant donnée la radio-activité naturelle de la graine même avant la germination, il serait facile de comprendre la radio-activité des parties de la plante qui se développent pendant la germination. Ce serait surtout le cas quand les graines germent non dans le sol, mais sur du papier à filtrer imbibé d'eau. En premier lieu ce sont les racines qui poussent et dans la plupart des cas elles manifestent une radio-activité nette. Cette radio-activité naturelle se distribue entre toutes les parties de la plante en croissance, et ensuite dans la plante complètement développée, de la même manière que dans le cas de la radio-activité artificielle, décrite dans le premier paragraphe de ce mémoire. Elle est plus accusée dans les racines et diminue en montant vers les feuilles et les fleurs. En général, la

radio-activité naturelle des plantes diminue pendant la croissance et atteint son minimum vers la fin du développement. Sous l'influence de l'émanation du radium la radio-activité naturelle des plantes subit une augmentation. C'est pour cela que les effets radio-actifs des plantes soumises à l'émanation sont toujours plus accentués — par rapport à l'électroscope de même qu'à la plaque photographique.

§ III. Les expériences ultérieures, avec la dissection des plantes et de leurs parties différentes, nous ont démontré que les organes qui tout en restant intègres ne manifestent aucune radio-activité, comme par exemple les feuilles, en donnent des preuves très nettes après leur dissection. Si l'on dissocie les nervures des feuilles, par exemple, et si l'on agit avec ces nervures mises à nu sur la boule de l'électroscope, on reçoit une vive décharge d'électricité. Il en est de même, si l'on dissocie les pellicules internes de la tige d'une céréale quelconque: ces pellicules sont aussi nettement radio-actives. Donc la substance radio-active pénètre presque toutes les parties de la plante, quoique son action directe ne puisse se manifester grâce aux autres tissus qui entrent dans la composition des organes. Et il n'y a que les racines qui dans leur état intègre manifestent une radio-activité accentuée.

§ IV. Quelle est la nature des radiations que manifestent les plantes en général? Correspondent-elles aux rayons qu'émet le radium, ou présentent-elles des rayons d'un ordre différent?

Avant tout, il nous est possible d'affirmer que ces radiations végétales ne présentent pas un phénomène vital, car les pellicules internes de la paille, c'est à dire d'une substance déjà morte, montrent une radio-activité très prononcée. Ensuite, les racines radio-actives de l'orge, du seigle, de l'avoine, à l'état de germination, ayant été soumises à la température d'ébullition et, par conséquent, étant définitivement tuées, après une certaine période d'abaissement de leur radio-activité, la recupèrent complètement. De ces deux séries d'expériences il résulte que la radio-activité ne peut être attribuée aux phénomènes vitaux de l'organisme végétal. Cette radio-activité est donc un phénomène simplement physique. En ce qui concerne la nature intime de ces rayonnements végétaux, savoir: se rapportent-ils aux rayons α, β, γ du radium ou sont-ils d'un ordre différent, nous n'avons pu tirer de nos expériences aucune conclusion décisive. Voici quelques expériences qui peuvent présenter un intérêt. Une mince feuille d'aluminium ou de papier interposée entre

la plaque photographique et les racines radio-actives laisse agir ces dernières sur la plaque sensible. Donc, les radiations végétales passent à travers de l'aluminium et sont retenues par une feuille de plomb. Il est facile de constater la cumulation des effets produits par les radiations végétales sur la plaque photographique, ainsi que sur l'électroscope: plusieurs racines radio-actives agissant ensemble

Fig. 2.
Effet photographique d'une racine.

Fig. 3.
Effet photographique de deux racines.

Fig. 4.
Effet photographique de trois racines.

donnent un effet plus prononcé que chacune d'elles séparément. (Fig. 2, 3, 4).

Comme une particularité de ces radiations végétales nous avons remarqué les faits suivants: elles se manifestent d'une manière plus intense à l'air libre et disparaissent presque complètement quand les racines sont serrées entre deux plaques de verre ou de carton, bien que leurs bouts soient libres. Ensuite, l'action des radiations végétales sur un électroscope chargé se manifeste d'abord d'une manière beaucoup plus intense que celle des préparations du bromure de radium, mais ensuite cette action s'affaiblit et devient très lente; tandis que la décharge de l'électroscope provoqué par les sels de radium se fait d'une manière régulière depuis le commencement jusqu'à la fin.

Il y a un fait encore qui serait peut-être d'une grande importance: c'est que les radiations végétales peuvent provoquer, comme le radium, une radio-activité induite dans d'autres corps mis en contact avec les parties radio-actives des végétaux. Ainsi, une mince feuille de papier à cigarettes, mise en contact avec des racines radio-actives, après un certain temps devient aussi radio-active et peut agir sur une plaque sensible. Peut-être ce fait trouverait une application pratique pour préparer de la ouate ou d'autres substances

radio-actives employées en médecine. Il se peut aussi que les graines des céréales, surtout du seigle, de l'orge et de l'avoine, à l'état de germination, grâce à leur radio-activité accentuée trouveront aussi une application pratique dans les cas, où l'on a besoin d'une cure radio-active.

§ V. Après tout ce qui a été dit, il ne reste aucun doute que le monde végétal est muni de forces radio-actives, à partir de la graine jusqu'à la plante complètement développée. Il est naturel de se demander, si cette radio-activité joue un rôle quelconque dans la vie des plantes, dans leur développement. On ne peut rien affirmer avant que des observations directes ne soient faites sur ce sujet. Mais il y aurait beaucoup de raisons à travailler dans cette direction, car d'un côté les expériences de Mr. Bohn nous ont fait déjà connaître l'action accélératrice du radium sur le développement des oeufs de différents animaux et leur capacité de provoquer une parthénogenèse jusqu'à un certain degré de développement; de l'autre côté, les expériences du Prof. A. Poehl sur la culture des plantes médicinales à Tsarskoïé Sélo, près de St. Pétersbourg, sur un sol nettement radio-actif lui ont fourni des résultats surprenants par la richesse de la culture obtenue. En analysant ces plantes médicinales, nous les avons trouvées toujours plus radio-actives que les plantes correspondantes, mais cultivées sur d'autres sols moins radio-actifs.

Il est donc naturel de supposer qu'un sol radio-actif agisse sur les graines des plantes ou par l'induction radio-active, ou, directement, par l'introduction des matières radio-actives, et que cette radio-activité des graines joue un rôle important dans le développement ultérieur des plantes. Il n'y a aucun doute que les expériences prochaines vont résoudre cette question.

---

55. M. F. TONDERA. **O wpływie prądu powietrza na pędy rosnące.** *(Über den Einfluß des Luftstromes auf wachsende Sprosse). (Sur l'influence du courant d'air sur les pousses en croissance).* Mémoire présenté par M. E. Godlewski m. t.

Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, daß Topfpflanzen, welche am Fenster in unveränderter Stellung durch längere Zeit belassen werden, ihre jungen Sprosse dem Lichte entgegenkrümmen, oder heliotropisch gekrümmt werden. Die Untersuchungen

über die heliotropischen Krümmungen, die auf verschiedene Art angestellt wurden, waren bislang ein Gegenstand so allseitiger und eingehender Forschungen, daß sich kaum noch etwas wesentlich neues in dieser Hinsicht auffinden ließe. Dennoch führt die Untersuchung der Krümmungen der am Fenster stehenden Topfpflanzen, wenn man die Beobachtungen nicht mit dem Eintritte der Nacht unterbricht, sondern weiter verfolgt, zu der Wahrnehmung, daß die Sprosse, welche in raschem Wachstum begriffen sind, in der Dunkelheit einer weiteren Krümmung gegen die Fensterscheibe unterliegen. Die Krümmung wächst während der Nacht, wenngleich die Lichtwirkung vollkommen ausgeschlossen wird. Diese Erscheinung habe ich zuerst im J. 1903 an jungen Sprossen von *Lathyrus odoratus* beobachtet; die Art *Melandryum album, Linum usitatissimum* und viele andere, die ich bald nachher untersucht habe, wiesen ebenfalls diese Krümmung auf.

Prüft man die Ursachen, durch welche diese nächtliche Krümmung hervorgebracht wird, so findet man, daß sie weder als eine Nachwirkung des Heliotropismus aufzufassen ist, noch durch die Temperaturerniedrigung, welche in der Nähe der Fensterscheibe während der Nacht eintritt, hervorgerufen wird. Dies läßt sich durch einfache Versuche feststellen. Wird nämlich der heliotropisch gekrümmte Sproß weit vom Fenster gestellt, so erleidet er während der Nacht keine weitere Krümmung. Aus genauen Messungen der Temperatur am Fenster ergibt sich, daß während der Sommernächte die Temperatur erst dicht in der Nähe der Fensterscheibe (5—10 cm) eine Erniedrigung um 1^0—$1{\cdot}5^0$ C. erfährt. An den Sprossen der Topfpflanzen läßt sich dagegen auch in der Entfernung von 20—30 cm von der Fensterscheibe das Wachsen der Krümmung in der Nacht beobachten. Es erübrigt schließlich die Vermutung, daß die Sprosse unter der Einwirkung eines gelinden Luftstromes gekrümmt werden, welcher durch die Abkühlung der Fensterscheibe an der Innenseite derselben während der Nacht hervorgebracht wird. Die Luftschichte, welche in unmittelbarer Berührung mit der Fensterscheibe sich befindet, wird nämlich durch die erfolgte Abkühlung dichter, sie fällt daher auf den Boden des Fensters. Bald wird sie aber durch die nachströmenden Luftschichten verdrängt und es entsteht ein Luftstrom, welcher in dem unteren Teile des Fensters gegen das Zimmer gerichtet ist. Unter dem Einflusse dieses Luftstromes stellt sich die nächtliche Krümmung der wachsenden Sprosse ein.

Diese Vermutung zu prüfen, habe ich einen Versuchskasten hergestellt, in welchem die in lebhaftem Wachstum begriffenen Pflanzen beliebig lang der Einwirkung des Luftstromes unter Ausschluß aller übrigen äußeren Einflüsse ausgesetzt werden konnten.

Auf die Beschreibung des Versuchkastens und seine Verwendung werde ich später zurückkommen; vorerst will ich einige Untersuchungen schildern, welche ich am Fenster angestellt habe.

Zur Bestimmung sogar sehr geringer Abweichungen der Sprosse von ihrer ursprünglichen Stellung habe ich folgendes Verfahren angewendet. In einem dunklen Zimmer stellte ich eine Petroleumlampe mit flacher Flamme derart auf den Tisch, daß die scharfe Kante der Flamme der untersuchten Pflanze zugewendet war. Der Schlagschatten der Pflanze trat auf weißem Papier, welches an einer vertikal gegenübergestellten Glasscheibe ausgebreitet war, sehr scharf hervor. Vor und nach jedem Versuche wurden die Schattenumrisse fixiert, wodurch der Unterschied der Stellung des Sprosses sofort auffiel. Selbstredend mußte während der Feststellung des Schattens vor und nach dem Versuche die Entfernuug und die Orientierung der Lampe, der Pflanze und der Glasscheibe genau eingehalten werden. Bei einigen Versuchen wurde im Laufe der Untersuchung die Stellung des Schattens mehrmals festgestellt, um den Fortschritt der Krümmung beobachten zu können.

Für diese Untersuchungen wurden vorwiegend krautige, jugendliche Sprosse der Stauden oder Kräuter mit ausgiebigem Wachstum verwendet. Zahlreiche Versuche führten mich zur Erfahrung, welche ich hier mit Nachdruck betonen muß, daß die gesamten Versuche nur an solchen Pflanzen gelingen, welche ein rasches Wachstum aufweisen, was sich nach dem Höhenunterschiede der Schatten vor und nach dem Versuche beurteilen läßt. Bei den Sprossen mit ergiebigem Wachstum wird der Schatten der Sproßspitze schon nach zweistündiger Untersuchung den ursprünglichen Schatten um einige Millimeter überragen.

Lupinus albus.

Drei junge 12, 13 und 16 cm hohe Pflanzen, welche in gemeinsamem Topfe wuchsen, wurden in der Nacht des 10. Mai am verdunkelten Fenster so aufgestellt, daß die von der Glasscheibe 10, 13·5 und 18 cm entfernt waren. Die Temperatur des Zimmers be-

trug 16·5° C., die der äußeren Luft nur 5° C. Die Krümmung der Sprosse wurde nach Verlauf von zwei Stunden bestimmt; die Sproßspitzen neigten sich um 9, 19 und 11 mm gegen die Fensterscheibe, wobei sich die Krümmung auf die obere Hälfte der Sprosse erstreckte.

Lythrum Salicaria.

Ein Exemplar von 20·5 cm Höhe wurde in der Entfernung 12 cm von der verdunkelten Fensterscheibe während der Nacht aufgestellt. Der Unterschied zwischen der Temperatur des Zimmers und der der äußeren Luft betrug anfänglich nur 2·1° C., stieg aber bald auf 3° C. Die Stellung des Sprosses wurde während der Untersuchung zweimal festgestellt. Nach drei Stunden erstreckte sich die positive Krümmung, also gegen die Fensterscheibe, beinahe auf den ganzen Stengel, wobei die Sproßspitze um 9 mm von der ursprünglichen Stellung verschoben war.

Melandryum album.

Eine im Blumentopfe gezogene, 19 cm. hohe Pflanze, wurde nach Feststellung der Richtung des Stengels in der Nacht vom 19. Juni am verdunkelten Fenster in einer Entfernung von 11 cm von der Fensterscheibe aufgestellt. Die Temperatur des Zimmers betrug 20° C., die der äußeren Luft 10° C. Nach Verlauf von 4 Stunden neigte sich der Stengel in seiner ganzen Länge gegen die Fensterscheibe; die Verschiebung der Sproßspitze betrug 16 mm

Linum usitatissimum.

Drei in einem Blumentopfe gezogene Exemplare von 11, 13 und 15 cm Höhe wurden am 8. Juni abends am verdunkelten Fenster gestellt. Die mittlere Entfernung der Pflanzen von der Fensterscheibe belief sich auf 26 cm. Der Thermometer zeigte im Zimmer 19° C., an der freien Luft 9° C. Nach Verlauf von 5·5 Stunden wurde die Krümmung bestimmt. Die Sprosse waren gegen die Fensterscheibe geneigt, und zwar betrug die Neigung des höchsten Exemplars an der Sproßspitze 13 mm., des mittleren 7 mm., des kleinsten 10 mm.

In zahlreichen Versuchen, welche ich an anderen Arten angestellt habe, waren die Ergebnisse analog; der Unterschied bestand lediglich in der verschiedenen Größe der Krümmung sowie in der Länge der Strecke, auf welche sich die Krümmung ausdehnte.

Aus dem Verhalten der Pflanzen in den angeführten Versuchen erhellt, daß die Krümmung, welche die am Fenster stehenden Topfblumen nach längerer Zeit erfahren, durch zweierlei äußere Einflüsse bedingt ist: sie entsteht nämlich durch die heliotropische Krümmung am Tage und durch die Einwirkung des Luftstromes während der Nacht.

Untersuchungen im Versuchskasten.

Wie ich oben erwähnt habe, ist die Annahme des gelinden Luftstromes, welcher nachts am Fenster durch Abkühlung der Luftschichten erzeugt wird, eine Vermutung, welche erst nachgewiesen werden muß. Ich habe den Beweis in dieser Form zu liefern gesucht, daß ich die Pflanzensprosse der Einwirkung eines Luftstromes aussetzte und ihr Verhalten in demselben untersuchte. Es erwies sich dabei, daß die wachsenden Sprosse in gelindem Luftstrome die nämliche Krümmung erfahren, welche die am Fenster stehenden Sprosse während der Nacht aufweisen.

Behufs Prüfung des Einflusses der Luftströmung auf Sprosse, die in lebhaftem Wachstum begriffen sind, habe ich einen Versuchskasten hergestellt, in welchem dieselben durch beliebige Zeit der Einwirkung des Luftstromes, unter Ausschluß aller anderen Einflüsse ausgesetzt werden konnten.

Der aus Holz gefertigte 38 cm hohe, 22 cm breite und 20 cm tiefe Versuchskasten ist derart eingerichtet, daß die innere Luft in andauernde, gleichmäßige Bewegung versetzt wird. Zu diesem Behufe sind zwei Reihen von runden Löchern zu zwei gegenüberliegenden Seiten der unteren und der oberen Wand gebohrt (*a*, *b*). Die obere Löcherreihe ist durch eine, luftdicht an die obere Kastenwand anschließende Blechbüchse

überdeckt. Diese Büchse ist mit drei Windpfeifen versehen (*i*), in welche drei Flammen der langen Weingeistlampe (*h*) münden. Während des Brennens der Flammen wird durch die entweichende Luft in dem Versuchskasten ein Luftstrom hervorgerufen, welcher durch die untere (*a*) und die obere (*b*) Löcherreihe passieren muß, um in die Blechbüchse zu gelangen und zur Speisung der brennenden Flammen zu dienen. Um die schiefe Richtung des Stromes in eine horizontale zu verwandeln, wurden zwei siebartig durchlöcherte Kartonwände (*e, f*) zu beiden Seiten im Versuchskasten angebracht. Mit Hilfe dieser Einrichtung entsteht ein Luftstrom, welcher eine genügend hohe und breite Luftmenge des Versuchskastens in Bewegung versetzt.

In dem Luftstrome, welcher auf diese Art erzeugt wurde, habe ich die jungen Sprosse der in Blumentöpfen eingesetzten Pflanzen untersucht.

Die Stärke des Luftstromes im Versuchskasten läßt sich mit Hilfe der Vergrößerung oder Verkleinerung der Flammen beliebig regulieren. Die Feststellung der Krümmung der Sprosse geschah auf die oben geschilderte Art: vor und nach dem Versuche wurden die Schattenumrisse des untersuchten Sprosses fixiert und die Abweichung von der ursprünglichen Stellung durch die Differenz der Schattenkonturen bestimmt. Die Versuche habe ich vorwiegend während der Nacht ausgeführt, um die tägliche größte Wachtumsperiode auszunützen.

Über das Verhalten der Pflanzen in dem Luftstrome liegen zur Zeit keine Beobachtungen vor: ich bin somit genötigt, meine Versuche zu schildern, ohne mich auf frühere Untersuchungen zu berufen. Folgende Beispiele dürften genügen, um die Beeinflussung der wachsenden Sprosse durch den Luftstrom darzulegen.

Lupinus albus.

In einem Blumentopfe gezogene Pflanzen von 13, 17 und 18 cm Höhe wurden in Versuchskastem drei Stunden lang der Einwirkung eines mäßigen Luftstromes ausgesetzt. Nach Verlauf dieser Zeit krümmten sich die Sprosse der Stromrichtung entgegen und zwar betrug die Verschiebung der Sproßspitzen 15, 13 und 12 mm. Bei dieser Krümmung wurden die Stengel in ihrer ganzen Länge gegen die Stromrichtung geneigt.

Der Kürze wegen werde ich fernerhin die Krümmungen, die

durch den Luftstrom erzeugt werden, mit positiv und negativ bezeichnen. Positiv ist die Krümmung, wenn der Sproß nach dem Versuche gegen die Stromrichtung geneigt ist.

Lythrum Salicaria.

Eine im Freien ausgewachsene Pflanze wurde in einen Blumentopf eingesetzt und, nachdem sie sich eingewurzelt hat, dem Versuche im Versuchskasten unterzogen. Nach Verlauf von drei Stunden betrug die positive Krümmung an der Spitze 8 mm. Nach weiteren drei Stunden ist die Krümmung auf 18 mm an der Sproßspitze gewachsen.

Saponaria officinalis.

Diese Staude war ebenfalls aus dem Freien gebracht und im Blumentopfe nach der Einwurzelung untersucht. Der Versuch dauerte $3^1/_2$ Stunden. Die positive Krümmung trat mit Ausnahme des untersten Stengelteiles an der ganzen Länge des Sprosses auf, wobei die Sproßspitze um 6 mm gegen die Stromrichtung verschoben war.

Sisymbrium Sophia.

Im Blumentopfe kultivierte, drei 9, 15 und 20 cm hohe Exemplare wurden drei Stunden lang der Stromeinwirkung im Versuchskasten ausgesetzt. Nach dieser Zeit stellte sich an allen Exemplaren die positive Wirkung ein, sie umfaßte den oberen Stengelteil und betrug an der Sproßspitze 4, 5 und 7 mm.

Erigeron canadense.

Drei im Freien ausgewachsene Pflanzen von 13·5, 14 und 15 cm Höhe wurden in schwachem Luftstrome des Versuchskastens drei Stunden lang belassen. Darauf wurde die Krümmung mittels Zeichnung festgestellt: sie betrug an den Sproßspitzen 7, 6 und 7 mm.

Ein anderer Versuch wurde in einer anderen Nacht mit derselben Pflanze in starkem Luftstrome angestellt. Alle drei Exemplare wurden durch den anhaltenden Druck des Luftstromes gebogen, sie nahmen daher eine negative Krümmung an.

Dieses Beispiel beweist, daß die positive Krümmung nicht durch einen starken, sondern durch einen gelinden, aber anhaltenden Luftstrom erzeugt wird. Bei stärkeren Luftströmen tritt die mechanische, negative Krümmung zutage.

Die Krümmung der Pflanzensprosse im Luftstrome ist eine Wachstumserscheinung.

Ein sehr günstiges Untersuchungsobjekt für die Versuche im Versuchskasten bilden die jungen Pflanzen von *Linum usitatissimum*. Ich habe dieselben verwendet, um den Punkt, an welchem die erste Krümmung zum Vorschein kommt, zu ermitteln. Zu diesem Behufe habe ich folgenden Versuch angestellt.

An drei ca 14 cm hohen Pflanzen wurden die Stengel an der Strecke von 4 cm von der Sproßspitze angefangen durch Tuschemarken in Zonen von 5 zu 5 mm eingeteilt. Darauf wurden die Pflanzen 24 Stunden lang im Freien aufgestellt; nach dieser Zeit wurde der Zuwachs der einzelnen Zonen festgestellt. Die stärkste Streckung ist an allen Exemplaren an der zweiten unter der Sproßspitze befindlichen Zone aufgetreten — im Durchschnitt 15 mm — unter dieser Zone verringerte sich das Wachstum rasch nach unten so, daß es in der achten Zone unmerklich war.

Hierauf wurden die drei Pflanzen in dem Versuchskasten einem gelinden Luftstrome ausgesetzt, die Krümmung jede halbe Stunde bestimmt und gezeichnet. Nach anderthalb Stunden konnte man feststellen, daß die stärkste Krümmung des Stengels in der Entfernung von 28—32 mm von der Sproßspitze aufgetreten ist. Dieser Punkt fällt an die Grenze der zweiten und der dritten Zone und entspricht der Streckung, welche ungefähr um die Hälfte schwächer ist als die der zweiten Zone.

Bei weiterer Einwirkung des Luftstromes verflacht sich die anfänglich starke Krümmung, indem sie sich auf die unteren Stengelpartien ausdehnt. Endlich wird der ganze im Wachstum begriffene Teil des Sprosses schief gegen die Stromrichtung geneigt.

Der Punkt der ersten Krümmung fällt somit in den Bereich des starken Wachstums, liegt aber unterhalb der Zone des stärksten Wachstums.

Aus weiteren Versuchen, die ich behufs Ermittlung der näheren Ursache der geschilderten Krümmungen angestellt habe, läßt sich schließen, daß diese Krümmungen durch die psychrometrische Differenz der den Stengel während des Versuches umgebenden Luft hervorgerufen wird. Der junge Stengel, welcher in raschem Wachstum begriffen ist, scheidet durch seine Oberfläche große Mengen

Wasserdampf aus, welcher bei ruhiger Luft den Stengel umgibt und die weitere Transpiration verringert. Dadurch wird aber der Turgor der oberflächlichen Gewebe erhöht und das Wachstum des Stengels beeinflußt.

Wird nun der Stengel der Einwirkung des Luftstromes längere Zeit hindurch ausgesetzt, so wird der aus dem Stengel ausgeschiedene Wasserdampf von der vorderen und den seitlichen Oberflächen desselben fortgetragen; nur die Rückseite des Stengels wird vom Luftstrom verschont und von ausgeschiedenem Wasserdampf umgeben. An dieser Seite tritt ein erhöhtes Wachstum zutage, wodurch die Krümmung gegen den Luftstrom hervorgebracht wird.

Zu der Folgerung, daß diese Krümmung die Folge der psychometrischen Differenz in der nächsten Umgebung des Stengels ist, bin ich auf Grund folgender zweierlei Versuche gelangt. In einer Reihe von Versuchen wurde der Luftstrom, welcher im Versuchskasten auf die untersuchten Pflanzen einwirken sollte, durch eine eigens eingerichtete Büchse geleitet und mit Wasserdampf gesättigt. Die Krümmungen, welche während dieser Versuche an den Sprossen aufgetreten sind, waren entweder schwach positiv, oder gleich Null, oder sogar negativ.

Die zweite Reihe von Versuchen wurde derart ausgeführt, daß der gewöhnliche Luftstrom auf Pflanzensprosse einwirkte, deren Stengeloberfläche mit Lanolin bestrichen war. Die Ergebnisse dieser Versuche — 19 an Zahl — waren: 4 schwach positiv, 3 Null. 12 negativ.

Aus diesen Ergebnissen erhellt, daß der Luftstrom in dem Falle, wo der Stengel von Wasserdampf umgeben ist, die Erscheinung der Krümmung schwer, oder gar nicht hervorruft; an einem Stengel dagegen, welcher keinen Wasserdampf ausscheiden kann, läßt sich vorwiegend nur mechanische Krümmung beobachten. Diese Tatsachen beweisen, daß ein wesentlicher Zusammenhang zwischen der psychrometrischen Differenz in der Umgebung des Stengels und den Krümmungen, die unter dem Einflusse des Luftstromes zum Vorschein kommen, existiert. Worin der Zusammenhang besteht, wurde schon oben erwähnt.

---

56. M. L. MARCHLEWSKI m. t. **O pochodzeniu cholehematyny.** ***(The origin of cholehaematin).*** *(Sur l'origine de la choléhématine).*

In my previous communications I have shown that cholehaematin Mac Munn's is identical with bilipurpurin, isolated from ox-bile by Löbisch and Fischler, and with phylloerythrine isolated by myself from faeces of cows fed exclusively with fresh grass. I pointed out that the latter is most probably a derivative of chlorophyll inasmuch as only faeces of cows fed with fresh grass contain this substance. In order to settle the question definitely it was necessary to ascertain the conditions of formation of cholehaematin in the bile. To this end I experimented with a sheep, which was provided with a biliary fistula and examined the composition of the outflowing bile under the influence of various foods. At first the bile of the grass fed sheep was examined. It was coloured brownish red and showed already in the raw state cholehaematin bands. In order to isolate the colouring matter I proceeded as follows: the bile was first evaporated to a syrop on the water bath and alcohol added. The filtrate from insoluble albuminous and other matters was again evaporated to dryness. The residue was next dissolved in water, acidulated with dilute sulphuric acid and, not taking notice of the slight milky emulsion produced, shaken up with ether. The latter took up a red colouring matter; after washing with small portions of water the ethereal solution was evaporated and the residue dissolved in alcohol. The alcoholic solution gave after standing for a short time a reddish precipitate, which was collected on a filter and washed several times with small quantities of alcohol. This precipitate represents comparatively pure cholehaematin viz. phylloerythrine, it possesses all the characteristic properties of the latter.

On the 5th of June the sheep was kept to dry food free from chlorophyll. On the 6th of June in the evening the first portion of bile was drawn and examined on the following day. The colour of the bile was green, and in its spectrum no bands of cholehaematin were observed, but instead a comparatively dark band in the red, corresponding to the wave lengths λ 619 — λ 655. Ether added to the bile did not cause any change of colour, but under its influence the band in the red disappeared and the band of cholehaematin came into view. The bile was next evaporated on the water-bath to a syrop, alcohol added and filtered. The filtrate possessed

a greenish yellow colour; it was evaporated again to dryness, dissolved in water and acidulated with hydrochloric acid, and finally extracted with ether. The etheral solution appeared now yellowish and in its spectrum only the two most pronounced cholehaematin bands were distinguishable. The ether was again evaporated and the residue dissolved in a very small quantity of chloroform. The colour of this solution was yellowish brown, and the cholehaematin spectrum very badly pronounced; visible were only three bands, the first in the orange was absent. The next portion of bile was drawn on the 8th of June, in the evening and examined on the 9th, applying the same procedure as stated before. Cholehaematin proved to be still present although in very small quantities. On the 10th another portion of bile was drawn and examined on the following day. The quantity of cholehaematin present I determined approximately colorimetrically in the following manner. One milligram of pure phylloerythrine was dissolved in 100 ccm of chloroform and the strength of the coloration produced compared with that caused by cholehaematin, obtained from the bile. It was found that the latter could not have contained more than about 0·0005 gr. of the colouring matter. The bile drawn on the 13th of June still contained some cholehaematin, but certainly less than 0·0005 gr. The bile taken on the 15th did not contain at last any cholehaematin; instead another colouring matter was observed under the following circumstances. The first ethereal solution, obtained as described above gave on evaporation a green grease which dissolved in chloroform with a green colour. In the spectrum no cholehaematin bands were observed, but instead of those a band in the red; an addition of hydrochloric acid caused the green colour to be replaced by a yellow one, and the band at the same time disappeared.

On the 17th of June the animal was fed again with grass and the bile drawn and examined on the 20th. The bile appeared in greater quantites than in the former feeding period with dry food, which consisted of oats; its colour was yellowish brown and it showed without any further treatment the cholehaematin bands. From the 20th of June up to the 26th the bile was collected and the phylloerythrine contained in it determined colorimetrically; its quantity amounted to about 0·008 g.

The result of these experiments is quite clear: there cannot be

any doubt that the colouring matter called by Mac Munn cholehaematin and by Löbisch bilipurpurin, which, as has been shown, is identical with phylloerythrine, appears in the bile of herbivora only on condition that the animal is fed with fresh grass. The only conclusion which can be drawn from this fact is that cholehaematin, otherwise bilipurpurin or phylloerythrine is a derivative of chlorophyll and not a descendant of haemoglobin like the usual bile colouring matters, although, of course, in view of the proved close relationship of chlorophyll and haemoglobin. phylloerythrine and the blood colouring matter are by no means quite foreign to each other. However, I think, for the present, not being able to give the constitutional formula of cholehaematin. or for that matter of any coloured chlorophyll or haemoglobin derivatives, it will be useful to drop misleading names like „cholehaematin and bilipurpurin" and use only the third „phylloerythrine" which meets the existing facts best.

My best thanks are due to prof. N. Cybulski, who was kind enough to fascilitate these researches by supplying me with a sheep provided with a biliary fistula

---

57. MM. L. MARCHLEWSKI m. t. et LAD. MATEJKO. **Studya nad biksyną. Część I.** ***(Studies on bixin, the colouring matter of Bixa Orleana. I part). (Études sur la bixine. 1 partie),***

(Planche XIX.).

Bixin has been already frequently the object of more or less exhaustive researches. The most encouraging results were obtained by Etti [1]) and by Zwick [2]), but despite the great amount of work spent upon the subject not much is known concerning the constitution of this interesting body. Our attention has been drawn to bixin through the following circumstances: it possesses an absorption spectrum which is not unlike the spectrum of lipochroms to which we count also the yellow colouring matters acompanying chlorophyll in green leaves, and it yields with conc. sulphuric acid a blue colouration. Analogously behave the lipochromes. The study of the latter sub-

[1]) Ber. XI p. 864.

[2]) Über den Farbstoff des Orleans, Würzburg 1899.

stances has interested one of us for a series of years, but the subject presents very great difficulties not only on account of their great susceptability towards chemical and physical influences but also because of the difficulties in obtaining larger quantities for examination. Bixin is a substance that may be obtained at a not very excessive price and in greater quantities, and we thought therefore that the examination of bixin might be of some use in tackling the problem of lipochroms. As it proved the study of bixin presents also very great difficulties and that its constitution must be rather complicated; we did not succeed in clearing it up, nevertheless we intend to publish our results having discovered a few new facts and succeeded in improving old methods which may fascilitate further researches.

Method of preparation of pure bixin.

The oldest known method described by Etti, said to yield crystalized bixin did not prove successful at our hands. Zwicks method we found quite reliable but tedious. This author proceeds as follows. Commercial Orlean colour is first dryed on a water bath, the powdered product is then extracted with boiling chloroform, filtered and the chloroform evaporated. The residue is dryed on the water bath and extracted in a Soxhlet apparatus first with ligroin and then with chloroform. During the process of extraction Zwick noticed the formation of crystals, which were recrystallized again twice or three times from chloroform. The melting point of these crystals is according to Zwick 189° C.

We proceeded as follows. Orlean colour purchased from Messrs Alder & Co of Vienna, in the form of a brick red paste was dryed thoroughly on the water bath and the dry substance obtained extracted in the cold with chloroform during 2 days. The first extract was drawn off, the chloroform regenerated and used again for the second extraction of the raw material. The residue of the first extract represents a soft, resinous mass, which will not solidify even after prolonged drying on the water bath; it contains most of the organic impurities of the crude colour and some bixin, but we found it not worth while to try to isolate the latter from this first fraction. The second chloroform extract whether obtained in the cold or at the boiling point of chloroform gave on evaporation a brittle dark red brown mass, which yielded without much trouble

a large crop of crystals in the following way. It was dissolved in hot chloroform and alcohol added and the whole heated on the water bath; as soon as a sufficient quantity of chloroform distilled off there appeared in the solution glittering crystals. At this point the heating was interrupted and the solution left to crystallize. In a few hours a mass of well developed rhomboides and rhombs is formed, which examined under the microscop did not appear quite homogenous: amongst the crystals we noticed brown amorphous masses. In order to get bixin quite free from any amorphous admixtures we repeated the crystallisation from a mixture of chloroform and alcohol several times. The crystallisation from boiling glacial acetic acid leads also to a perfect product.

Crystallized bixin represents when the crystals are small a bright red mass; in case the crystals are larger a brown red mass not unlike amorphous phosphorous. It melts when heated quickly at 198°, slower at 191·5°. The crystals examined under the microscop possess the following forms:

Pure bixin is but little soluble in cold chloroform, 100 g of the latter dissolve at 25° only 0·34 g of bixin. In alcohol, ether or glacial acetic acid it dissolves still less. Boiling glacial acetic acid takes it up readily. The best solvent is pyridine, next follows quinoline; boiling nitrobenzene dissolves it easily.

We made a great number of analysis of various preparations. Some of them may be quoted here:

1) 0·1195 g gave 0·3269 g CO_2 and 0·0839 g H_2O
2) 0·1175 „ „ 0·3211 „ „ „ 0·0812 „ „
3) 0·1200 „ „ 0·3278 „ „ „ 0·0845 „ „

4)	0·1637	„	„	0·4491	„	„	„	0·1078	„ „
5)	0·1603	„	„	0·4404	„	„	„	0·1064	„ „
6)	0·1875	„	„	0·5149	„	„	û	0·1258	„ „

corresponding to:

	1)	74·60%	c	7·77%	H
	2)	74·32 „	„	7·65 „	„
	3)	74·47 „	„	7·74 „	„
	4)	74·82 „	„	7·31 „	„
	5)	74·92 „	„	7·37 „	„
	6)	74·89 „	„	7·45 „	„
Middle		74·70%	c	7·55%	H.

These results agree well with those of former observers. Etti found 74·64% C and 7·66% H and Zwick 74·715% C and 7·81% H. The formula $C_{28}H_{34}O_5$ proposed for the first time by Etti requires: 74·66% C and 7·55% H and seems to be in view of the above results well established.

Optical properties of bixin.

The spectrum of bixin in highly interesting. A comparison of the reproduction of our photographs (Plate XIX) representing the the absorption spectrum of bixin dissolved in chloroform or alcohol and obtained by using quarz lenses and Iceland prism with the spectra of lipochroms reproduced by C. A. Schunck [1]) will show that these spectra are of the same type. In the bixin spectrum however we have not only the three bands characteristic for lipochroms but still two more situated in the ultraviolet in the region of the solar lines N and O.

The extraordinary colouring power of bixin is clearly demonstrated by the first 6 stripes on the photograph (plate XIX). The photographs were started with a solution of bixin in chloroform, containing in 1 ccm 0·0001 g, thickness of layer 19 mm. This solution did not let through any light, similarly the next solution, containing 0·00005 g per centimeter, was not penetrated by light. The third solution, with the concentration of 0·000025 g per ccm shows already a broad dark band and two very faint already mentioned bands in the extreme ultraviolet end of the spectrum. These bands were not noticed by former observers. The fourth

[1]) Proc. Roy. Soc **63,** 389 (1898), **65,** (1899).

solution containing 0·000012 per ccm does already not show the two faint bands but a dark band which is dissolved into three when using a still more diluted solution (0·0000062 g per ccm), of which the darkest is situated in front of the F line, the second, fainter one past that line, and the third, faintest, in the neighbourhood of the k line.

The study of the bixin spectrum will no doubt fascilitate the examination of foodstuffs adulterated (dyed) by it.

The alkaline salts of bixin.

The alkaline salts were already twice the subject of investigations. Etti found that bixin may form two series of salts, the first contain one atom of metal, the others two. This author obtained the metalic compounds by the action of sodium carbonate or potassium carbonate on the alcoholic solution of bixin. Zwick, who repeated the experiments of the former observer could not get by this method any crystals, he obtained them however by a different method, namely by acting upon a bixin solution (prepared by using a 12% alcohol) with a solution of potassium hydroxide. The composition of the potassium salt corresponds to the formula $C_{28} H_{32} K_2 O_5 + 2H_2O$. Zwick states that his method does not always lead to a crystalline product but he is unable to describe the conditions which are necessary for obtaining them.

We have found that the preparation of the monobasic salts does not present any difficulties if the following conditions are observed: 0·23 g of metalic sodium are dissolved in 75 cm of 70% alcohol and the solution mixed with a suspension of 4·5 g of bixin in 75 ccm alcohol of the same strength. The whole is heated on the water bath until a clear solution results, and quickly filtered. In the filtrate very soon the formation of glittering crystals takes place. These were filtered off, washed with a little alcohol, recrystallized from 70% alcohol and dryed at 30°. Drying at a higher temperature is not advisable, the substance absorbs oxygen and alters its dark copper red colour, turning orange.

Analysis:

0·3040 g subst. gave 0·0481 g Na_2SO_4

	found	theory $C_{28} H_{33} O_5 Na$
Na:	5·12%	4·87%

The potassium salt may be obtained under the same conditions

as the sodium salt. We used 4·5 g of bixin 0·39 g of potassium and 150 cm of alcohol of 70%. It crystallizes in very thin needles grouped to stars, which possess a dark copper red colour.

0·2463 g. subst. gave 0·0433 g K_2SO_4

	found	theory $C_{28}H_{33}O_5K$
K:	7·88%	7·99%.

Bixin contains a methoxyl group.

This fact has been discovered by Zwick. We repeated the necessary experiments and are in the position to confirm his result. The methoxyl determination was carried out according to the well known method of Zeisel.

0·3750 g gave 0·2000 g AgI

	found	theory $C_{27}H_{31}O_4(OCH_3)$
OCH_3	7·01	6·90%.

Alkylation of bixin.

In view of the pronounced acid character of bixin we hoped to be able to introduce alkyl groups into its molecule but found, that although alkylating reagents do react with the substance it was impossible to isolate well defined bodies in a crystalline state.

We heated for instance 4 g of the sodium salt of bixin with 40 g of freshly distilled bimethylsulfate on the water bath. The dark violet-green colour of the solution turned after $^1/_2$ hours heating to dark green and afterwards to olive-brown. After 2 hours the solution was poured into 50 ccm of water and the resinous substance produced solidified after 24 hours. After filtering and washing with water we dryed it at 110°. The substance possesses an olive brown colour, is easily soluble in chloroform, less in alcohol, difficultly soluble in benzene and ether. Sulphuric acid takes it up with a dark violet colour which turns after some time violet brown. As all attempts to crystallize this product were unsuccesful we extracted a portion with chloroform, evaporated the solution and analyzed the amorphous, lustrous mass obtained. The appended analysis will show that an alkylation process evidently took place and that the percentage of OCH_3 found corresponds to the value required by methylbixin:

1) 0·2346 g gave 0·2315 g AgI
2) 0·2140 „ „ 0·2112 „ „

	found	$C_{27}H_{30}O_3(OCH_3)_2$
1)	13·01% OCH_3	13·36% OCH_3
2)	13·02 „ „	

Whether this substance represents really a chemical individuum, methyl-bixin, we cannot say with certainty, but we think it probable.

Reduction of bixin.

The reduction of bixin has been tried by Etti and later on by Zwick, but the results were of little importance. We succeeded in obtaining a crystallized reduction product, which is however very unstable in the presence of air. Its preparation is rather tedious and the yields unsatisfactory.

We proceeded as follows: 5 g of bixin were heated with 100 cm of glacial acetic acid to the boiling point of the latter, and to the solution gradually added 10 g of zincdust. After a few minutes the original red brown colour of the solution turned bright orange; at this stage the vessel was closed with a stopper provided with a Bunsen ventil and heated on the water bath for 3 hours, and finally filtered. Very soon there were formed in the filtrate orange, glittering crystals; these were filtered off and dryed over potassium hydrate in vacuo. The dry crystals were then washed with water and dryed again over sulphuric acid in a current of carbon bioxide. Finally the product was recrystallized three times from glacial acetic acid and dryed at first in a desicator over conc. sulphuric acid in a current of carbon bioxide and finally in a U-tube at 90°, also in a current of carbon bioxide.

This reduction product represents a beautifully crystallized substance, orange in colour, possesing metallic lustre. Under the microscop it represent rhombs. The best solvent for it is glacial acetic acid; chloroform takes it up in small quantities only, still less alcohol and ether. An aequous solution of potassium hydrate does not act upon the crystals, alcoholic takes it up readily. Melting point 200·5°, heating quickly 208—210°.

Analysis:

1)	0·1242 g gave	0·0854 g H_2O,	0·3435 g CO_2
2)	0·1222 „ „	0·0851 „ „ ,	0·3374 „ „
3)	0·1430 „ „	0·0986 „ „ ,	0·3949 „ „

corresponding to

1)	7·64% H	and	75·42% C
2)	7·73 „ „	„	75·30 „ „
3)	7·66 „ „	„	75·31 „ „

It is very difficult to find a formula which would be in harmony with the above results and express at the same time the relation of the reduction product to bixin. We must postpone therefore any definite statements in this respect until the time when our knowledge of the chemical nature of the reduction product is more complete, the more so as in view of the great changeability of the substance under the influence of air the above analytical results may not be absolutely reliable. That the reduction product of bixin undergoes some change under the influence of air can be noticed already by a superficial examination of preparations kept for some time in desicators in the presence of air. The original bright orange colour gradually fades and after a few days an allmost white substance results. This change takes place rapidly at a somewhat elevated temperature, for instance at 100°. With the change of colour goes hand in hand the fall of the melting point.

We have analyzed three samples of this changed product and the results point unmistakeably to an oxidation process. All the samples were kept in the presence of air before being analyzed as long as an increase of their weight took place.

0·1611 g subst.	gave	0·0861 g H_2O,	0·3438 g CO_2
0·1088 „ „	„	0·0570 „ „ ,	0·2347 „ „
0·1165 „ „	„	0·0618 „ „ ,	0·2507 „ „

corresponding to:

1)	5·93% H,	58·20% C
2)	5·82 „ „	58·83 „ „
3)	5·88 „ „	58·68 „ „

This behaviour of the reduction product of bixin is no doubt highly interesting as it supports the view formerly expressed concerning the relation of bixin to lipochroms. The latter are easily oxidisable; carotene for instance connot be kept for any length of time in the presence of air and similarly behaves the reduction product of bixin. The study of the optical properties of the latter,

which will be undertaken shortly, may yield additional supports of the above view [1]).

The reduction leads to noncrystalline substances if the conditions described above are not fulfilled. If for instance more acetic acid is used and the solution poured into water a yellow precipitate is formed which is easily soluble in acetic acid and which could not be crystallized from any of the usually applied organic solvents.

In our next communication we hope to be able to add to the knowledge of the reduction product of bixin and to describe our studies concerning the action of phenylhydrazine and of water or alcohol at high temperatures under pressure, and also the hydrocarbons produced by destilling bixin with zinc dust.

[1]) It is also worthy of notice that under certain, hitherto not clearly ascertained conditions, bixin yields under the influence of reducing agents a substance possessing the scent of violets. According to Arnaud and other authors carotene when heated also emits the scent of violets.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

20 Grudnia 1905.

PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Iagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI. XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas geologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1890. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*, 8-vo, 1889. — 4 k.

N° 10. DÉCEMBRE 1905.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1906

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ETE FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) classe de philologie,

b) classe d'histoire et de philosophie,

c) classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.

Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie

sous la direction de M. Léon Marchlewski,

Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHEMATIQUES ET NATURELLES.

N° 10. **Décembre** **1905.**

Sommaire: 58. M. ED. JANCZEWSKI. Species generis Ribes L. I Subgenus Parilla.
59. M. M. RACIBORSKI. Sur les chimiomorphoses de l'Aspergillus niger.
60. M. JOSEPH NUSBAUM et Mme CAROLINE REIS. Contribution à l'anatomie et à la physiologie de l'„oval" dans la vessie natatoire des poissons.
61. MM. W. KULCZYCKI et J. NUSBAUM. Contribution à l'étude des glandes unicellulaires chez les Téléostéens.
62. M. XAVIER LEWKOWICZ. Les cultures pures du bacille fusiforme.
63. M. EUGENE ROMER. Époque glaciale dans les monts Świdowiec, Carpathes d'est.
64. M. J. HIRSCHLER. Recherches embryologiques sur Catocala nupta L. (Lepidoptera).
65. M. L. DZIEWULSKI. Perturbations séculaires du Mars dans le mouvement d'Eros.

Séance du lundi 4 Décembre 1905.

PRÉSIDENCE DE M. N. CYBULSKI.

58. M. ED. JANCZEWSKI m. t. **Gatunki rodzajn Ribes. I. Podrodzaj Parilla.** ***(Species generis Ribes L. I Subgenus Parilla).***

Travaillant depuis quelques années à la monographie des groseillers, nous nous sommes trop souvent heurtés à l'insuffisance des matériaux d'herbier pour ne pas tâcher de compléter leur connaissance par la culture et l'étude des plantes vivantes. Pour cette raison, nous avons réuni une collection importante, composée dans ce moment de 72 espèces, grâce aux envois des jardins botaniques, des arboretums privés et des botanistes qui récoltaient pour nous des graines et des arbrisseaux entiers.

Une bonne partie de nos plantes étant trop jeunes pour fleurir, même à peine germées ou greffées, leur étude ne peut pas être de sitôt achevée et la monographie entière déjà mûre à la publication. Cependant, puisque la comparaison des espèces, quelquefois aussi l'étude sur le vivant, nous a révélé plus clairement qu'autrefois [1]) leurs

[1]) Janczewski, Essai d'une disposition des espèces des Ribes. Bull. Acad. Cracovie 1903, p. 232.

affinités naturelles, et permis de caractériser tant bien que mal un certain nombre d'espèces nouvelles, nous n'hésitons plus de donner, en attendant, leur liste accompagnée de courtes diagnoses des espèces inédites ou décrites d'une manière totalement insuffisante.

D'après nos observations, le genre *Ribes* peut être divisé en 6 sous-genres qui ne correspondent pas tout-à-fait à notre ancienne disposition, parce que nous avons jugé, comme plus naturel, d'incorporer les *Calobotrya* aux *Coreosma*, et de créer pour leurs espèces dioïques un sous-genre particulier: *Parilla*. Tous les sous-genres peuvent être succinctement caractérisés par la clef analytique suivante:

A. Fleurs bisexuées. Germination lente.

1. Bourgeons à fleurs uniquement axillaires. Arbrisseaux inermes, à glandes cristallines. Ecailles scarieuses. **1. Ribesia.**

2. Bourgeons à fleurs axillaires et terminaux.

a) Arbrisseaux inermes. Ecailles herbacées. Glandes cristallines, visqueuses, ou huileuses. **2. Coreosma.**

b) Arbrisseaux armés d'aiguillons. Ecailles scarieuses. Glandes cristallines, rarement visqueuses.

* Grappe normale. Fleurs pédicellées, subpelviformes. **3. Grossularioides.**

** Grappe pauciflore. Fleurs sans pédicelles, ovaire presque toujours pédonculé. **4. Grossularia.**

B. Fleurs dioïques, les ♀ contenant toujours des anthères.

1. Ecailles scarieuses (toujours?). Fleurs ♂ avec ovaire remplacé par un pédoncule. Anthères des fleurs ♀ vides. Arbrisseaux rarement armés d'aiguillons. Glandes cristallines ou visqueuses. Germination précoce. **5. Berisia.**

2. Ecailles herbacées. Fleurs ♂ avec ovaire distinct, ovules petits, avortés. Anthères des fleurs ♀ contenant du pollen avorté. Arbrisseaux inermes. Glandes cristallines, visqueuses ou huileuses. Germination lente. **6. Parilla.**

Nous commençons notre liste par le sous-genre *Parilla*, bien que ce soit le contraire qui serait indiqué, parce que les matériaux d'herbier y sont les moins suffisants et le nombre des espèces que nous avons vues fleurir, relativement le moindre. Mais c'est celui qui contient le plus d'espèces nouvelles et donne le moins d'espoir que nos connaissances soient complétées d'une manière plus notable dans un avenir prochain.

Parilla nob.

Arbrisseaux dioïques, inermes, de dimensions très diverses, depuis 0.5 à 8.0 m. Leurs organes de végétation et de reproduction peuvent être glabres ou pubescents, presque dépourvus, plus souvent semés, de glandes ordinairement visqueuses (sessiles, subsessiles ou portées sur des soies, même longues), ou huileuses, rarement cristallines [1]). Bourgeons assez petits, ovoïdes, elliptiques ou pointus, couverts d'écailles herbacées. Feuilles très variables comme forme, dimensions et pubescence, souvent coriaces et persistantes. Grappe pendante, pauciflore ou multiflore, longue de 0.2 à 30 cm., la mâle plus longue que la femelle; par atrophie du rachis, elle est quelquefois remplacée par une petite ombelle sessile, pauciflore (1—7). Fleur ♂ pelviforme, campanulée ou tubuleuse, rouge, jaune ou verdâtre. Calyce composé de sépales libres, quelquefois plus ou moins gamosépale. Pétales souvent conchiformes, quelquefois très petits et concrescents, par les onglets, avec le tube calycinal. Etamines insérées souvent plus bas que les pétales; anthères quelquefois surmontées d'une fossette nectarienne. Ovaire bien distinct; ovules peu nombreuses, petites, stériles, rarement bitegminées, ordinairement avec un tégument urcéolé, ou très petit, cupuliforme [2]). Fleur ♀ toujours plus petite, quelquefois d'une forme différente, moins ouverte que la ♂; anthères plus petites, plus maigres, souvent subsessiles, ne contenant que du pollen stérile, réuni en languette compacte dans chacune des 4 loges. Fruit petit ou moyen, noir, rouge, écarlate ou vert (?), glabre ou pubescent, souvent glanduleux ou hispide; graines grandes ou moyennes. Germination lente, après quelques mois.

Patrie: Amérique méridionale, à l'exception de deux espèces, l'une européenne, l'autre asiatique. En tout 40 espèces connues.

[1]) Janczewski, Essai l. c. p. 235.

[2]) Janczewski, Sexualité des Ribes, ibid. 1903, p. 790, fig. 3, 4.

Nous divisons le sous-genre *Parilla* en 3 sections plus ou moins naturelles:

I. *Hemibotrya*, dont l'inflorescence est anormale, fleurs tantôt en ombelle sessile, pauciflore, tantôt géminées ou subsolitaires;

II. *Andina*, fleurs en grappes, glandes visqueuses ou cristallines;

III. *Euparilla*, fleurs en grappes, glandes huileuses, jaunes, sessiles.

A ces sections correspondent les espèces suivantes.

I. **Hemibotrya** nob.

1. **R. fasciculatum,** Siebold & Zuccarini, 1843. — China septentr. Corea, Japonia — ♂, ♀, fr. — Plantae nostrae ♂, ♀; fructus mense Octobri maturescebant.

2. **R. sardoum,** Martelli, 1894. — Sardinia (Mons S'Ata e Bidda). alt. 1000 m. — ♀ — Planta nostra ♀ non floruit.

3. **R. nubigenum,** Philippi 1856. — Chile (Santiago) — fr. — Descriptio manca.

II. **Andina** nob.

4. **R. cucullatum,** Hooker & Arnott, 1833. — Chile (San José, Chillan, Valdivia), alt. 3000 m., Argentina (Lago Buenos Aires, Lago blanco, Lago de Lacar) — ♂, ♀, fr.

5. **R. densiflorum,** Philippi, 1856. — Chile (Chillan) — ♂, ♀.

6. **R. Weddelianum,** nob. Frutex parcissime glandulosus; ramulis puberulis; foliis minutis ovatis, obovatis, subcuneatis indivisis. v. rotundatis subtrilobis, basi cuneato-rotundatis; racemis ♂ brevibus ($2^1/_2$ cm.) paucifloris (14); floribus roseis, subsessilibus, parvis, subpelviformibus, petalis anguste conchaeformibus, staminibus longitudine petalorum, antheris rotundatis, stylo profunde bifido. — *R. parviflorum* Wedd. non Phil. — Ecuador (Andes Quitenses), alt. 4000 m. — (Weddell, in herb. Paris.; Jameson Nr. 525).

7. **R. Pentlandi,** Britton, 1893. Frutex valde glandulosus et aromaticus: foliis parvis, rotundatis v. subovatis, indivisis v. obscure subtrilobis, basi rotundatis v. subcuneiformibus, coriaceis, glabris, glandulis sessilibus conspersis; racemis ♂ brevibus (2 cm.), paucifloris (10); floribus parvulis, pelviformibus, subsessilibus; petalis conchaeformibus, staminibus petala aequantibus, antheris rotundatis, stylo bipartito, ovario valde glanduloso, ovulis abortivis, bitegminatis. — Bolivia (Illimani), alt. 3000 m. — (Pentland 1839, in herb. Paris.)

Britton flores non habuit, descriptio ejus imperfecta.

8. **R. brachybotrys** (Weddell.) nob. Frutex 2 metralis: ramulis hornotinis setuloso-glandulosis; foliis parvis lobatis, basi cordatis, supra setuloso-glandulosis; racemis ♂ brevibus (2 cm.), subpaucifloris (15); floribus parvis, subpelviformibus, subsessilibus, petalis conchaeformibus, staminibus petala aequantibus, antheris rotundatis, stylo bifido, ovario glanduloso; racemis fructiferis brevissimis, baccis pubescentibus, sparsim setuloso-glandulosis. — *R. viscosum β brachybotrys* Weddell. — Bolivia (Carangas), Peruvia australis (Copa Cabana), alt. 3900 m. — (Weddell 1847, in herb. Paris.)

9. **R. bogotanum,** nob. Frutex glandulosus: foliis parvulis, ovatis indivisis, v. rotundatis subtrilobis, basi truncatis, glandulosis; racemis ♂ mediocribus (6 cm.), laxifloris (20), setuloso-glandulosis; floribus subpelviformibus, pedicellatis, glandulosis; petalis conchaeformibus, parvis, staminibus paulo petala superantibus, stylo apice bifido, ovario glanduloso. — Colombia (Bogotá) — (Gondot 1844, in herb. Paris.)

Differt a praecedentibus racemis longioribus, laxifloris, floribus multo maioribus, pedicellatis.

10. **R. peruvianum,** nob. Frutex 2—3 metralis: foliis parvulis, rotundatis, subtrilobis v. subindivisis, basi truncatis v. subcordatis, supra glanduloso-verruculosis; racemis ♂ mediocribus (6 cm.), multifloris (30); floribus luteis, subpelviformibus, subglandulosis, subsessilibus, petalis conchaeformibus, staminibus petala subaequantibus, antheris rotundatis v. ellipsoideis, foveola nectariali terminatis, stylo bifido, ovario pubescenti et glanduloso; racemis fructiferis mediocribus (8 cm.); baccis rotundatis, pericarpio tenui, seminibus fuscis, maioribus. — Peruvia (prov. Huasi, Cajatambo, Huamalies), alt. 3300—3800 m. — (Matthews Nr. 832, in herb. Edinb.; Weberbauer Nr. 3723, 3777, 2851[a], in Berolin.)

Differt a praecedente racemis confertioribus, floribus minoribus, antheris nectariiferis.

11. **R. Dombeyanum,** Spach, 1835. — Peruvia (Tarma) — ♀ — (in herb. Paris.)

12. **R. bolivianum,** nob. Frutex 2 metralis: foliis mediocri magnitudine, ovato-rotundatis, apice acutiusculis, indivisis, rarius indistincte subtrilobis, basi cordatis, subtus valde pubescentibus; racemis ♂ elongatis (10 cm.), multifloris (50); floribus pelviformibus, parvis, pubescentibus, subsessilibus, petalis parvis, anguste conchae-

formibus, stamina aequantibus, antheris rotundatis, nectario terminali munitis, stylo bifido, ovario pubescenti; racemis ♀ paulo brevioribus (8 cm.), floribus minutis, subturbinatis, pubescentibus, petalis ac staminibus minutissimis, aequalibus; baccis glabris. — Bolivia (Sorata), Peruvia australis (Cuyoenyo), alt. 3100—3600 m. — (Mandon 1859, in herb. Paris., Vindob. etc.)

Species foliorum forma valde distincta.

13. **R. andicola,** nob. Frutex 2—3 metralis: foliis parvis, ovatis v. ovato-rotundatis, subtrilobis, lobo medio multo maiore, basi truncatis v. subcordatis, subtus glabris v. pubescentibus; racemis ♂ mediocribus (6 cm.), multifloris (40); floribus subpelviformibus, parvis, rubris v. rubescentibus, subsessilibus, petalis conchaeformibus stamina aequantibus, antheris rotundatis, nectario terminali munitis, stylo bifido, ovario glanduloso v. pubescenti; racemis ♀ aeque ac ♂ longis, floribus minutis, subturbinatis, petalis minoribus, staminibus minutissimis, quam petala multo brevioribus, antheris ovatis; baccis rotundatis, glabris v. glandulosis, annulo carnoso sub flore marcescente munitis. — Ecuador (Pichincha), Colombia (Bogotá, Paramo de Guanacos), Venezuela (Sierra Nevada, Andes de Truxillo), Brasilia (ubi?), alt. 2300—4800 m. — (Linden Nr. 1060; Spruce Nr. 5441, Jameson Nr. 69 etc., in herb.)

Differt a praecedente foliorum forma et magnitudine, floribus paulo maioribus, petalorum forma, ovario saepe glanduloso.

14. **R. leptostachyum,** Bentham, 1839. — Colombia (Paramo de Guanacos, Andes de Quindiú) — ♂, ♀.

15. **R. ecuadorense,** nob. Frutex robustus: foliis mediocribus, rotundatis, sublobatis, basi cordatis, glabriusculis; racemis ♂ longis (20 cm.), laxifloris (50); floribus parvis, subpelviformibus, breviter pedicellatis, petalis conchaeformibus, staminibus paulo quam petala longioribus, antheris rotundatis, stylo bifido, ovario puberulo; racemis ♀ paulo brevioribus (15 cm.), laxifloris (40); floribus minoribus, subpelviformibus, petalis minoribus, staminibus brevioribus, antheris minutis, subellipsoideis, ovario puberulo. — Ecuador (Mons Altar, Pichincha), alt. 2900—4000 m. — (Spruce Nr. 5310, Jameson Nr. 620 etc., in herb.)

Differt a praecedente foliis maioribus, petalorum forma et setularum glanduliferarum absentia.

16. **R. Lindeni,** nob. Frutex robustus, glaber: foliis mediocribus, tri- v. quinquelobis, basi cordatis, glabris; racemis ♀ longis (20 cm.),

laxifloris (40); bracteis linearibus, inferioribus apice latioribus et tridentatis; floribus mediocribus, rubris, subpelviformibus, pedicellatis; petalis conchaeformibus, stamina superantibus, filamentis bene evolutis, antheris minutis, subellipticis, ovario puberulo, stylo apice bifido. — Colombia (Quindiú los Volcanitos), alt. 3300 m. — (Linden Nr. 1107, in herb.)

Differt a praecedentibus florum ♀ forma et magnitudine, petalis multo maioribus.

17. **R. albifolium,** Ruiz et Pavon, 1802. — Peruvia australis (Muna, Marainioc) — ♂.

18. **R. hirtum,** Humboldt et Bonpland, 1819. — Ecuador (Antisana, Pichincha), Colombia (Laguna verde), alt. 3200—4600 m. — *R. frigidum*, Kunth in HB. — ♂, ♀, fr.

19. **R. cuneifolium,** Ruiz et Pavon, 1802. — Peruvia (Diermo) — ♀ — (in herb. Florent.).

20. **R. ovalifolium,** nob. Frutex 2 metralis, eglandulosus: foliis parvis, ovatis v. subellipsoideis, indivisis, rarissime subtrilobis, basi truncatis v. rotundatis, subglabris; racemis ♀ minutissimis (0.2—0.4 cm.), paucifloris (2—3); floribus sessilibus, minutis, fusco-rubris, subpelviformibus, petalis subcuneatis, angustis, parvis, staminibus paulo profundius insertis, duplo brevioribus, antheris ovato-rotundatis, minutis, polline abortivo, stylo bifido, ovario puberulo; bacca parva, rotundata, puberula. — Peruvia (prov. Cajatambo), alt. 3600 m. — (Weberbauer Nr. 2771, in herb. Berol.)

Species *R. cuneifolio* affinis, sed foliorum forma distinctissima.

21. **R. Palenae,** Philippi, 1881. Frutex probabiliter mediocris: foliis parvis, lobatis, basi subcordatis, subtus glandulosis; racemis ♂ mediocribus (4—7 cm.), multifloris (25—40), bracteis obovatis; floribus pedicellatis, parvis, subpelviformibus, luteis, setuloso-glandulosis, petalis rotundatis, subspatulatis, stamina aequantibus, antheris rotundatis quam filamenta maioribus, stylo bifido, ovario setuloso-glanduloso; racemis ♀ parvis (1.5—2 cm.); floribus minoribus, staminibus, quam petala duplo brevioribus; baccis nigris, parvis, rotundatis, glandulis subsessilibus et setulis glanduliferis conspersis. — Chile (ad fl. Palena), Argentina (ad fl. Corcovado, Carren-Leofú). — (Illiin Nr. 179, Spegazzini 1901, in herb. nostro).

Philippi flores non habuit; diagnosis ejus omnino manca.

22. **R. elegans,** nob. Frutex 3 metralis, subpubescens: foliis minoribus, trilobis, lobis subacutis, basi subcordatis, subtus pubes-

centibus; racemis ♂ elongatis (6—13 cm.), multifloris (25—50); floribus pedicellatis, subtubulosis, extus coccineis, intus luteis, sepalis subacutis, basi connatis, petalis parvis, rotundatis, antheris ellipsoideis, petala superantibus, stylo bifido, ovario puberulo. — Peruvia (prov. Huamalies), alt. 3500—3700 m. — (Weberbauer Nr. 3306, in herb. Berolin.)

Differt a *R. albifolio* floris forma, staminibus brevioribus, ovario eglanduloso, sepalis minus connatis; a *R. hirto* foliorum forma, setularum glanduliferarum absentia, petalis minoribus rotundatis, ovario eglanduloso; ab utroque petalis planiusculis non conchaeformibus.

23. **R. Gayanum**, Spach, 1835. — Chile (Antuco, Chillan, Colchagna, Santiago) alt. 2000—3000 m. — *R. villosum* Gay — ♂, ♀, fr. — Plantae nostrae ♂, ♀; fructus mense Iulio maturescunt.

24. **R. glandulosum**, Ruiz et Pavon, 1802. — Bolivia (Illimani, Sorata, Songo), Argentina (Sierra Velasco), Chile (secundum Ruiz & Pav.), alt. 3500 m. — ♂, fr. (Pentland 1839, Mandon Nr. 600, in herb. Paris, M. Bang Nr. 865 etc.)

25. **R. incarnatum**, Weddell, 1857. — Peruvia (Cordillera Santa Ana) — ♂ — (Weddell 1847, in herb. Paris.)

26. **R. catamarcanum**, nob. Frutex: foliis parvis, lobatis v. sublobatis, basi subcordatis, subglabris; racemis ♂ brevibus (2—2.5 cm.), subconfertis, 10—15-floris; floribus subsessillibus, subcampanulatis?, petalis parvulis, obovato-rotundatis, staminibus brevibus, paulo profundius insertis, antheris rotundatis, quam filamenta maioribus, petala subaequantibus, stylo apice bifido, ovario puberulo et glanduloso; racemis ♀ et floribus minoribus, antheris angustis; baccis parvis, rotundatis, puberulis et glandulosis. — Argentina (prov. Catamarca). — (Schickendantz Nr. 40, in herb. Berol.)

Differt a *R. incarnato* petalis latioribus, staminibus brevioribus, ovario glanduloso, non setuloso; a *R. glanduloso* staminibus brevioribus, minus profunde insertis, antheris non nectariiferis; ab utroque floribus subsessilibus, non distincte campanulatis.

27. **R. bicolor**, Philippi. 1856. — Chile (Cordillera deChillan). — ♂.

28. **R. viscosum**, Ruiz et Pavon, 1802. — Peruvia (Tarma), Bolivia (Larecaja) — ♀ — (Weddell 1851, in herb. Paris.)

29. **R. Lehmannii**, nob. Frutex metralis: ramulis saepe tortuosis; foliis minutis, obovato-cuneiformibus, indivisis, apice denticulatis, basi cuneiformibus, utrinque glandulosis, petiolo brevi, complanato; racemis ♂ mediocribus (5 cm.), basi nudis, 20-floris; floribus pedi-

cellatis, subtubulosis, coccineis, pubescentibus et glandulosis, sepalis basi connatis, petalis minutis subcuneiformibus, angustis, staminibus paulo inferius insertis, petala aequantibus, antheris rotundatis, stylo apice bifido, ovario pubescenti et glanduloso, ovulis abortivis bitegminatis; baccis oblongis. — Ecuador (Cuenca) alt. 3500—4000 m. — (Lehmann Nr. 7713, in herb. Berol.)

Differt ab omnibus speciebus affinibus habitu ac foliorum forma.

30. **R. Weberbaueri,** nob. Frutex metralis: ramulis hornotinis setuloso-glandulosis; foliis minutis, 3—5-fidis, profunde dentatis, basi subcordatis, setulosis; racemis ♀ mediocribus (4—5 cm.), laxiusculis, 8—10-floris, bracteis ovato-lanceolatis rubris, pedicellis brevibus, floribus tubulosis, rubris, setuloso-glandulosis, receptaculo brevi, calyce gamosepalo, tubuloso (sepalis ultra medium connatis), petalis angustis, subcuneiformibus, medio tubo insertis, fissuras calycis vix attingentibus, staminibus brevioribus et profundius insertis, antheris subsessilibus angustis, foveola nectariali munitis, stylo indiviso, stigmatibus duobus terminato, ovario hispidulo (setuloso-glanduloso); baccis rubris, hispidulis, seminibus fuscis. — Peruvia (Cajamarca), alt. 3700—3800 m. — (Weberbauér Nr. 4064, in herb. Berol.)

Differt a speciebus affinibus foliis dissectis, hispidulis, floris forma ac structura, aliisque notis.

31. **R. macrobotrys,** Ruiz et Pavon, 1802. — Peruvia (Huassa-Huasi), Chile (ubi?) — ♂, fr.

32. **R. nitidissimum,** Neger, 1899. — Chile (Valdivia) — ♂ (?) — (in herb. Monac.) — Descriptio manca.

III. **Euparilla** nob.

33. **R. parviflorum,** Philippi, 1856. — Chile (Linares, Valdivia) — ♂ — (in herb. Santiago).

34. **R. Spegazzinii,** nob. Frutex pubescens: foliis mediocribus, lobatis, basi cordatis, subtus puberulis et glandulis luteis, planis, sessilibus (ut in R. nigro) conspersis; racemis ♂ elongatis (10 cm.) laxiusculis, multifloris (40), bracteis viridibus, ovato-ellipsoideis, pubescentibus; floribus mediocribus, pedicellatis, subpelviformibus, rubris, pubescentibus, petalis parvis subspatulatis, staminibus quam petala brevioribus, filamentis brevissimis, antheris rotundatis, albis, stylo apice bifido, ovario puberulo, glanduloso. — Argentina (Lago blanco) — (Spegazzini 1900, in herb. nostro).

Differt a *R. magellanico* foliis maioribus, minus profunde incisis, racemo longiore, floribus multo maioribus, pedicellatis.

35. **R. polyanthes,** Philippi, 1856. — Chile centr. et austr. — ♂, fr. — Planta nostra ♂.

36. **R. magellanicum,** Poiret, 1811. — Fueggia, Patagonia usque ad 41° lat. austr., Chile (Valdivia), — ♂, ♀, fr.

37. **R. parvifolium,** Philippi, 1864. — Chile (Santiago) — ♂ — (in herb. Santiago).

38. **R. valdivianum,** Philippi, 1856. — Chile (Valdivia) — ♂. fr. — Planta nostra ♂.

39. **R. punctatum,** Ruiz et Pavon, 1802. — Chile (Conception, Colchagua, Coquimbo). Argentina (Neuquien.. Bolivia. alt. 620 m. — ♂. ♀, fr. — Planta nostra non floruit.

40. **R. integrifolium,** Philippi, 1881. — Chile (Arauco, Nuble) — ♂. — Planta nostra non floruit.

---

59. M. M. RACIBORSKI m c. **Chemomorfozy grzyba Aspergillus niger.** *(Einige Chemomorphosen des Aspergillus niger).* (*Sur les chimiomorphoses de l'Aspergillus niger*).

Werden verschiedene chemische Verbindungen in genügend großer Menge dem Organismus dargereicht, so wirken sie tötend oder rufen eine akute Störung der Funktion hervor. Viele von ihnen haben, wenn man sie in kleineren Dosen, jedoch längere Zeit hindurch verabreicht, eine chronische Vergiftung zur Folge. Manche von solchen chronischen Vergiftungen sind ausgezeichnet nicht nur durch Störung der physiologischen Funktionen, sondern greifen tiefer in die morphogenetische Arbeit des Organismus ein, indem „pathologische" Formen, also von der gewöhnlichen abweichende Formen der Zellen, Gewebearten oder Organe gebildet werden. Durch Einwirkung der chemischen Reize entstehende Bildungsabweichungen nennen wir dem Vorschlage I. Sachs' und C. Herbst's folgend Chemomorphosen.

Eine reiche Fülle von Chemomorphosen, welche durch Eingriffe der Tiere oder Pflanzen erzeugt werden, kennt die pathologische Anatomie unter dem Namen der Cecidien und der Infektions-Geschwülste; weniger bekannt sind die durch Verabreichen reiner, chemischer Körper entstandenen Formen, und deswegen habe ich

nach solchen bei Aspergillus niger gesucht. Dieser Pilz gehört in bezug auf die Ernährungsphysiologie wegen des ungemein üppigen Wachstums, sowie wegen der Fähigkeit, sehr verschiedene Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen zu verarbeiten, zu den best bekannten. Er zeichnet sich jedoch durch eine gewisse Starrheit der morphologischen Gliederung aus, und trotz dem vielfachen Variieren der Nährlösung gelingt es nicht leicht, eine Abänderung in seinem Wachstum hervorzubringen. Zu den zahlreichen, negativen Versuchen, welche aus der Literatur bekannt sind, möchte ich noch folgende hinzufügen.

Als Nährlösung wurde, wo nicht anders angegeben, eine 0·5‰ Dikaliumphosphat-, 0·5‰ Magnesiumsulphat-, 0·5‰ Kaliumchlorid-, 2% Sakcharose-, 1% Ammonsulfatlösung benützt. Werden dieser Nährlösuug so starke Oxydationsmittel wie 1% Kaliumpersulfat oder 1% Ammoniumpersulfat zugesetzt, so entwickelt sich dennoch der Aspergillus ganz normal. An den Hyphen oder Sporenträgern war keine Anomalie zu bemerken, die Pilzdecken waren normal üppig, die reichliche Sporenbildung nicht verspätet. Während der Sporenbildung oxydierte die Flüssigkeit noch stark und sogar zwei Monate alte Kulturen oxydierten noch sehr intensiv Jodkali, was als Beweis dienen kann, daß die Persulfatlösung noch nicht zersetzt war. Ebenso ohne morphotische Wirkung blieb ein Zusatz von 1% Perchlorat, von 0·25% und 0·5% Borsäure, 1% und 2% Kaliumbromid (KBr). Freies Brom wird dabei nicht gebildet.

Kaliumbromat ($KBrO_3$) in 1%-Lösung verhindert die Keimung der Sporen nicht, beeinflußt jedoch das Wachstum der Hyphen, weil keine starke Pilzdecke gebildet wird, die Sporenträger spärlich und klein, gewöhnlich 100—250 μ lang, 8—10 μ breit, häufig nur 50—80 μ lang sind. In sehr alten Kulturen ist in manchen Hyphen das Plasma gelb gefärbt und tot, obwohl sich in der Flüssigkeit freies Brom mit Fluoreszeinpapier nicht nachweisen läßt. Eine ähnliche Verzwergung (Nanismus) ist auch durch Zusatz von Dithiosulfatkalium in 1% Lösung zu erzielen, wobei weder Schwefel noch Schwefelwasserstoff gebildet wird.

Morphotische Wirkung der Thiosulfate. Über eine morphotische Wirkung der Thiosulfate ist mir aus der Literatur wenig bekannt. Nach B. Loew (System der Giftwirkungen, 105) ist eine 1% Lösung für gewöhnliche Wasserbakterien unschädlich. Manche Meerbakterien, welche nach A. Nathansohn (Mitt. der zool. Sta-

tion XV, 1903; zitiert nach mehreren Referaten) im Golf von Neapel vorkommen sollen, oxydieren die Thiosulfate zu Tetrathionsäurensalzen; die Süßwasserbakterie Thiobacillus thioparus Beij. oxydiert Thiosulfate zu Sulfaten. Da es in beiden soeben erwähnten Fällen zur Bildung von interzellularen Schwefeltröpfchen nicht zu kommen scheint, so möchte ich die Benennung der Beijrink'schen Art (Centralblatt für Bakteriologie XI, 1904, 592) nicht gelten lassen, denn nach dem Vorschlage Winogradzkis soll das Suffix „Thio-" nur solchen Gattungen zukommen, welche interzellularen Schwefel zu Schwefelsäure oxydieren. Aus einer Abhandlung Hintze's (Berichte der d. bot. Gesell. 1903) erfahren wir, daß einige Pilze der Kulturen A. Nathansohns auf Thionatboden Schwefel im Inneren gebildet haben. Endlich ist als die einzige Arbeit über die morphotische Wirkung die von Knop (1878) zu verzeichnen, welcher bei Zea Mays durch unterschwefligsaure Salze merkwürdige Bildungsabweichungen des Blütenstandes bekommen hat.

Thioschwefelsaures Natrium wirkt auf die Pilze, sogar in starken Konzentrationen angewandt, nicht giftig. In einer 2% Lösung habe ich die Sporen des Basidiobolus ranarum, Phycomyces nitens, Rhizopus nigricans, Thamnidium elegans, Alternaria tenuis, Botrytis cinerea, Penicillium crustaceum und P. brevicaule, Aspergillus niger ausgesät. Die Sporen haben gekeimt und in allen Kolben mächtige Mycelien gebildet. Außerdem habe ich Aspergillus niger in Nährlösungen von verschiedener Konzentration des $N_2S_2O_3$, 5 H_2O ausgesät. Benützt wurden 1%, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30% Lösung. In allen diesen Flüssigkeiten wächst die untersuchte Art und bildet auf der Oberfläche weiße Rasen, die natürlich in Flüssigkeiten von stärkerer Konzentration langsamer, als in mehr verdünnten wachsen. Auch nach Monaten bleiben die Hyphen am Leben, doch tritt auf den Pilzdecken keine Fruktifikation auf. Diese bleiben weiß, oder weiß-gelblich, ohne eine Spur schwarzer Sporen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß vereinzelte Sporenträger gebildet werden, die jedoch ohne köpfchenartige Anschwellung bleiben, also auch keine Sporen produzieren. Zugleich lernen wir die unmittelbare Ursache der gehemmten Sporenbildung kennen, denn wir sehen, daß sich überaus zahlreiche Schwefeltropfen in den wachsenden gewöhnlichen Hyphenenden, auch in den dicken, emporwachsenden (spärlichen) Sporenträgern ansammeln und weiteres Wachstum oder Verzweigung derselben verhindern. Ich habe sehr

viele Thiosulfatkulturen des Aspergillus gehabt, einige mehrere Monate lang geführt, doch immer nur sterile Rasen bekommen. Es genügt jedoch, Stücke solcher sterilen Rasen auf thiosulfatfreie Nährlösung (z. B. Nähragar) zu übertragen, um in zwei Tagen reichliche Sporenbildung zu bekommen.

Nicht in allen Zellen des Pilzes wird Schwefel abgelagert. In den Rasen, welche sich am Boden der Kolben entwickeln, finde ich keinen Schwefel, aber auch in der sich auf der Oberfläche bildenden Pilzdecke sitzen die Schwefeltropfen nur in apikalen Zellen der Hyphen, und dabei nicht in allen, wenn auch in sehr zahlreichen. Es sind also nicht in allen Zellen die Bedingungen vorhanden, um aus Thiosulfat Schwefel zu bilden. Dieser bildet sich, wie erwähnt, in den wachsenden Enden der Hyphen, besonders in denjenigen, welche in die Luft frei hinausragen, aber auch in den oberflächlichen der untergetauchten Hyphen. Es erscheinen zunächst winzig kleine Schwefelkügelchen im Inneren der Zellen, werden gegen die wachsende Spitze immer dichter, vergrößern sich und häufen sich so stark an, daß in manchen Zellen die zusammengedrückten Reste des Plasmas nur schwer zwischen den Schwefelkörpern zu sehen sind. Die ersten Schwefeltropfen bilden sich tatsächlich im Inneren der Zelle; ob dies nur in den Vakuolen geschieht, ist mir unmöglich mit Sicherheit zu entscheiden, jedenfalls ist der Vorgang anders, als bei Rhizopus nigricans, wo die Tropfen außerhalb des Protoplasten, zwischen diesem und der Wandung der Hyphe entstehen. Das Wachstum der Hyphen wird durch Ablagerung zahlreicher Schwefeltropfen gehemmt, und hierin ist die Erklärung für die Sterilität der Rasen zu suchen.

Daß die besprochenen glänzenden Kügelchen tatsächlich Schwefeltropfen sind, zeigt zunächst der Umstand, daß sie in alten, abgestorbenen Hyphen spontan zu hübschen und charakteristischen Doppelpyramiden auskristallisieren. Durch konzentrierte Jodlösung werden sie rötlich mit einem Stich ins Violette tingiert und in Schwefelkohlenstoff gelöst. Endlich habe ich gut ausgewachsene Hyphen auf den Objektträger in Kalziumnitratlösung gebracht und etwas Bromwasser zugefügt. Das Brom tingiert zunächst die Schwefeltropfen gelb, das Plasma dagegen blaßgelb. Bald wird jedoch der Schwefel infolge der Oxydation gelöst und rings um die Hyphen treten zunächst bündelartig gehäufte, nadelförmige Kristalle

hervor, welche gleich zu den bekannten schwalbenschwanzartigen Gipskristallen anwachsen.

Die Thiobakterien vermögen bekanntlich interzellularen Schwefel zu Schwefelsäure zu oxydieren; ob andere Organismen ein solches oxydatives Vermögen besitzen, ist bis heute nicht bekannt. Bezüglich der Desmidien, welche bekanntlich Gipskristalle in ihren Vakuolen tragen, hält es Alf. Fischer (Pringsheim's Jahrbücher XIV, 1884) für wahrscheinlich. („Ob die Mengen von Schwefelsäure, welche zur Bildung des Kalkes erforderlich sind, sich auf den in Sumpfgräben reichlich vorhandenen und in Wasser gelösten Schwefelwasserstoff zurückführen lassen, wage ich nicht zu entscheiden, halte es aber nicht für unwahrscheinlich" l. c. 174). Die Meeresoszillarien, in welchen G. Hinze (Ber. d. d. bot. Gesell. 1903, 394) intrazellularen Schwefel sah und beschrieben hat, sind nicht imstande, diesen zu Schwefelsäure zu verbrennen. Ebensowenig tun es Aspergillus niger und andere unter den untersuchten Pilzen. Werden die schwefelerfüllten Hyphen in eine thiosulfatfreie Nährlösung gebracht, so wachsen bald die schwefelfreien Hyphen weiter, die schwefelenthaltenden dagegen nicht mehr (sind also tot), und die Menge und Größe der Schwefeltropfen scheint sich in denselben nicht zu vermindern. Ich habe auch solche vorher gewaschene Rasen in Kalziumnitratlösung gebracht, doch keine Gipsbildung bemerkt. Es wurden auch solche Rasen auf Agarplatten abgeimpft, welche mit Bleikarbonat bereitet waren, doch fand hier keine Schwärzung der Umgebung statt, was als Beweis dienen kann, daß der Schwefel auch nicht zu Schwefelwasserstoff reduziert wurde.

Die interzellulare Bildung des nicht weiter zu verarbeitenden, und deswegen wachstumshemmenden Schwefels erkläre ich so, daß in der entsprechenden Nährlösung Thiosulfatjon in die jungen und wachsenden Zellen (des Aspergillus, wahrscheinlich aber nicht in diejenigen des Thamnidium), eindringt und im Inneren derselben infolge der sauren Reaktion des Zellsaftes, also der Anwesenheit der H-jonen in Schwefel und Sulfitjon zerlegt wird. Der letztere muß indes toxisch auf das Protoplasma wirken, vielleicht wird er jedoch zu Sulfatjon oxydiert. Die Analyse der Nährflüssigkeit spricht zugunsten der letzten Vermutung. Ob die Oxydation der Sulfite nur extrazellular verläuft, konnte ich nicht entscheiden. Zunächst will ich jedoch über das Verhalten einiger anderer Pilze in einer Thiosulfatlösung berichten.

Basidiobolus ranarum in 2% Thiosulfatlösung wächst langsam am Boden des Kolbens, die einen Monat alte Kultur ist nur 1·5 cm breit. Die Flüssigkeit ist infolge einer geringen Menge ausgeschiedenen Schwefels sehr wenig trübe, reagiert dabei sauer. Ein im Hals der Flasche befindlicher Bleipapierstreifen färbt sich infolge der Schwefelwasserstoffbildung intensiv schwarz. Interzellularer Schwefel wird nicht gebildet, auch nicht auf dem Thiosulfatagar, wo sich keine Konidien bilden.

Thamnidium elegans wächst in der Flüssigkeit gut und kräftig. Die extrazellulare Schwefelbildung ist stärker als bei Basidiobolus, die Reaktion sauer, Bleipapier wird schwarz. Es findet keine interzellulare Schwefelbildung, keine Konidienbildung statt, die Hyphen wachsen längere Zeit normal, bilden jedoch nachträglich apikale, kurze, ovale oder kugelige, plasmareiche Zellen. Es sind die von I. Bachmann (Botanische Zeitung, 1895, 125) beschriebenen Gemmen. Phycomyces nitens stimmt mit Thamnidium in der Bildung des H_2S und des extrazellularen Schwefels überein.

Mucor pyriformis bildet auf Thiosulfatagar nur sehr wenig extrazellularen und keinen interzellularen Schwefel, bildet dagegen H_2S. Die Sporangien entstehen nur spärlich, sind jedoch normal gebaut; manche dicke, nach oben wachsende Hyphen bilden keine Sporangien, sondern krümmen sich korkzieherartig und bleiben steril.

Rhizopus nigricans wächst gut und kräftig, bleibt jedoch steril. Extrazellulare Schwefelbildung ist gering, H_2S wird gebildet, im Innern der Hyphen lagert sich der Schwefel in großen Körnchen jedoch nur vereinzelt ab, und es geschieht nicht im Innern des Protoplasten, sondern zwischen diesem und der Membran der Hyphen. Schwefeltropfen sind bei dieser Art verflacht, offenbar infolge des Raummangels und des Druckes der Zellmembran. Im Gegensatz zu Aspergillus finden wir hier die Schwefeltropfen nur vereinzelt und sie erscheinen in älteren Zellen, nicht in den apikalen Hyphenenden. In verhältnismäßig kurzer Zeit kristallisieren sie von selbst.

Botrytis cinerea wächst üppig und bildet eine gelbliche, ganz sterile Decke. Die Bildung des extrazellularen Schwefels ist bedeutend reichlicher, als bei allen vorher erwähnten Pilzarten, dagegen ist Schwefelwasserstoffbildung ganz unbedeutend. Besonders in den in die Luft ragenden, dünnen, reich verzweigten Hyphen wird interzellular reichlich Schwefel, besonders in den wachsenden Enden der Hyphen gebildet und dadurch die Sporenbildung ganz gehemmt.

Penicillium crustaceum bildet eine üppige, anfangs weiße, nachher orangenfarbige, sterile Decke. Sonst stimmt es in der Bildung des extra- und intrazellularen Schwefels, sowie in der H_2S-Bildung mit Botrytis cinerea und Aspergillus niger überein.

Aspergillus niger bildet sehr reichlich extrazellularen Schwefel in Gestalt äußerst kleiner Körnchen. Werden die Kulturen auf Thiosulfatagar bereitet, dann bilden sich die Schwefelkörnchen reichlich in der Agargallerte rings um die Aspergilluskolonie, welche dadurch im durchfallenden Lichte infolge der Brechung von einer regenbogenartig gefärbten Zone umsäumt wird. Die Schwefelwasserstoffbildung ist nur gering. Um entscheiden zu können, ob die H_2S-Bildung durch die Reduktion des ausgeschiedenen Schwefels oder unmittelbar durch Reduktion des Thiosulfats entstanden ist, wurden noch Kulturen in einer Nährlösung angelegt, welcher Schwefelblumen zugesetzt waren. In dieser wurde H_2S gebildet und mit Hilfe der Bleipapierstreifen kolorimetrisch geschätzt; jedenfalls war die Bildung nicht geringer, als in der Thiosulfatkultur. Es genügt also der extrazellular gebildete Schwefel vollständig, um die H_2S-Bildung durch dessen Reduktion zu erklären.

Im Verhalten der wenigen untersuchten Pilze gegen Thiosulfatsalze finden sich verschiedene Differenzen, sowohl was die Menge des extrazellular gebildeten S und H_2S anbelangt, wie auch in betreff des interzellularen S und der Hemmung der Sporenbildung. Nur bei Mucor pyriformis wird die Bildung der Sporangien und Sporen durch Anwesenheit des Thiosulfats nicht vollständig gehemmt, während bei allen anderen Pilzen eine solche Hemmung auftritt, obwohl nur bei den drei zuletzt genannten Ascomyceten Schwefeltropfen im Inneren des Protoplasten abgelagert werden.

Es liegt nahe, die Bildung des extrazellularen Schwefels als Folge der durch den Pilz ausgeschiedenen Säure zu betrachten, wobei aus Thionaten bekanntlich Schwefeldioxyd und Schwefel gebildet wird. Da jedoch die Pilze am Leben bleiben, Schwefeldioxyd und Sulfite heftige Lebensgifte sind, so erscheint die Sache doch nicht so einfach. Daß die Sulfite schon in geringer Konzentration auf Aspergillus niger tötend wirken, habe ich durch besondere Versuche festgestellt. In 0·25% Lösung des Kaliumsulfits (K_2SO_3) keimt Aspergillus nicht mehr, in einer 0·1% Lösung keimt er zwar, doch wächst er sehr kümmerlich, äußerst dünne Hyphen bildend. Saures Kaliumsulfit ($KHSO_3$) wirkt schon in 0·1% Lösung tötend.

Ich habe deswegen Herrn Dr. B. Niklewski veranlaßt, die Kulturflüssigkeit des Aspergillus niger auf den Gehalt des Sulfits, Sulfats, Thionats und Tetrathionats hin zu analysieren. Die Analyse, welche ich weiter unten mitteile und für welche ich Herrn Dr. Niklewski bestens danke, zeigt, daß kein Tetrathionat, dagegen nur wenig Sulfit gebildet wird, während die größte Menge des gelösten Schwefels als Sulfat vorhanden ist. Es hat indes die Analyse uns nicht über die ganze Menge des Schwefels aufgeklärt, welche aus dem zersetzten Thionat stammt. In der Kultur rings um die Hyphen bilden sich nämlich reichliche flache, sehr dünne, doch große, sehr charakteristische Kristalle aus, deren Zusammensetzung mir unbekannt geblieben ist, andererseits ist der während des Wachsens des Pilzes entwichene H_2S nicht bestimmt worden.

Die ganze, analytisch gefundene Sulfatmenge entspricht einerseits der extrazellular, andererseits vielleicht auch der intrazellular zersetzten Thionatmenge, wenn auch nur der größte Teil des Thionatschwefels als Sulfatschwefel erscheint. Wir haben also bei Aspergillus niger mit einer Oxydation des Thionats zu tun, welche der von Beijrink für Thiobacillus thioparus beschriebenen ähnlich ist. Nur haben wir bei unserem Pilze keinen Anlaß und keine Berechtigung in diesem, exothermisch verlaufenden Prozeß (wie in manchen anderen exothermischen Prozessen der Pflanzenzelle), eine Quelle der den Pflanzen nützlichen Energie zu sehen.

Zur Analyse wurde eine Nährlösung bereitet, welcher auf 1000 H_2O, Rohrzucker 50 gr, Ammoniumphosphat 10 gr, Magnesiumchlorid 2 gr und 20 gr Kaliumthionat zugesetzt war. Schwefel war also nur in der Form eines Thionats vorhanden. Diese Flüssigkeit wurde in mehrere Erlenmeyerische Kolben verteilt, sterilisiert, ein Kolben ungeimpft gelassen, andere mit Sporen des Aspergillus niger besät. Nach 12 Tagen bildete sich in den Aspergillus-Kolben reichlich Schwefel, und die Oberfläche überzog sich mit einer weiß-gelben, doch nicht kompakten, sterilen Decke des Pilzes. In dem steril gebliebenen Kolben wurde ein wenig Sulfit und nicht mehr wägbare Sulfat-Spuren (beide vielleicht infolge der Sterilisation entstanden) gefunden.

Die Schwefelbestimmungen wurden im wesentlichen nach Classen: Ausgewählte Methoden der analytischen Chemie 1903, pag. 217 ff. ausgeführt. Die Kulturflüssigkeit (ca 255 cm) des Aspergillus niger wurde durch einen Asbestfilter von dem Schwefel und

von der Pilzdecke abfiltriert. In dem Filtrat war noch ein großer Teil des Schwefels 1·0076 gr in Form von Thionat vorhanden. Geringe Mengen 0·0194 gr Schwefel waren als schweflige Säure (oder deren Salze; die Kulturflüssigkeit reagierte auf Lakmus sauer) gebunden; dies wurde durch Destillation mit Salzsäure in Gegenwart von Sublimat, welches nur auf das Thionat zersetzend unter Bildung von Sulfid und Sulfat einwirkt, festgestellt, wobei das übergehende SO_2 in Jod aufgefangen und als $BaSO_4$ gewogen wurde. Ein größerer Teil Schwefel 0·1409 gr war als Sulfat vorhanden, welches nach der Zersetzung der Sulfite und Thionate durch Salzsäure in CO_2-Atmosphäre bestimmt wurde. Die Sulfite und Sulfate waren unter der Wirkung des Aspergillus niger entstanden, denn die nicht infizierte Kontrollprobe (ca 320 ccm) enthielt nur 3·2 mg S in Sulfitform und noch geringere Mengen in Sulfatform, die nicht mehr zur Wägung gebracht wurden. Dagegen war Tetrathionat in der Kulturflüssigkeit des Aspergillus niger nicht nachzuweisen. Die Bestimmung wurde so ausgeführt, daß das vorhandene Thionat mit der notwendigen Menge Jod oxydiert und nun das Tetrathionat in CO_2-Atmosphäre durch Aluminium und Salzsäure reduziert wurde, wobei der entweichende Schwefelwasserstoff in Jod aufgefangen und titrometrisch bestimmt wurde. Es wurden so 1·2 mg Tetrathionat in der angewandten Probe zu wenig gefunden, was wohl auf die unvermeidlichen Fehlerquellen zurückzuführen ist. Eine Gesamtbestimmung des in der Flüssigkeit vorhandenen Schwefels durch Oxydation mit Brom in alkalischer Lösung ergab 0·0591 gr S mehr, als durch die Einzelbestimmungen festgestellt worden war. Diese Differenz ist wohl darauf zurückzuführen, daß noch Schwefel in einer Form vorlag, welche bei den Einzelbestimmungen der Analyse entgangen war. Der Rückstand wurde mit CS_2 extrahiert und dabei noch 0·1278 gr S gefunden. Der Rest des Niederschlages wurde mit Natriumperoxyd und Soda geglüht, in bromhaltiger Salzsäure gelöst und das entstandene Sulfat gefällt. Hierbei fanden sich 0·0215 gr S.

Wirkung des Chloroforms. Es wird häufig Chloroform gebraucht, um Enzyme enthaltende Lösungen steril zu machen und so die störende Wirkung der Mikroorganismen zu verhindern. Leider führt diese Methode der Sterilisation nicht immer zum Ziel. Schon vor mehreren Jahren war ich Zeuge davon, wie einem der wissenschaftlichen Besucher des botanischen Gartens in Buitenzorg

trotz reichlicher Chloroformzugabe die Pflanzenteile, welche in einem verschlossenen Glaszylinder gehalten wurden, verfaulten. Ferner habe ich vor mehreren Monaten bemerkt, daß in der abgegossenen Nährflüssigkeit des Aspergillus niger trotz reichlichen Chloroformzusatzes die Sporen dieses Pilzes keimten und kräftig wuchsen. Die Kolben waren mit etwa 2 cm hoher Flüssigkeitsschicht beschickt, am Boden derselben befand sich eine hohe Schicht Chloroform und sie waren mit Watte verstopft. Aus den ersten erhaltenen Chloroformkulturen impfte ich die Sporen in neue Gläser mit Chloroform und Nährlösung über und erhielt so im Verlaufe von vier Monaten vier Generationen des ständig narkotisierten Pilzes. Aspergillus niger wächst in einer solchen Nährlösung anfangs langsam, bildet jedoch bald sehr dichte und dicke Überzüge auf der Oberfläche der Flüssigkeit, so daß schließlich das Wachstum des Pilzes nicht weniger üppig ist, als in Kolben ohne Chloroform. Die schwarzen Sporen erscheinen reichlich und die einzige schon mit bloßem Auge wahrnehmbare Differenz zwischen narkotisierten und normalen Kulturen besteht in der Bildung von sehr hohen Falten und Buckeln der Pilzdecke, welche sich über das Niveau der Flüssigkeit erheben, und welche im Gegensatz zu dem dichten Hyphengeflecht der tieferen Partien aus mehr losen Hyphen bestehen und zuerst Sporen bilden. Dagegen getötet werden die Mycelstücke, welche 1 bis 2 cm tiefer, statt auf der Oberfläche der Flüssigkeit unmittelbar auf der Oberfläche des Chloroforms liegen; es keimen auch nicht die Aspergillussporen in nicht mit Watte, sondern dicht verschlossenen (z. B. in Godlewski'schen Atmungskolben), sonst mit gleicher Nährlösung und Chloroform beschickten Gefäßen.

Die jungen Kulturen, sowie die Ränder und die Unterseite älterer Pilzdecken erscheinen bei Chloroformkulturen im Gegensatz zu den normalen mehr dicht. Eine mikroskopische Untersuchung zeigt dabei weit gehende Anomalien der Hyphenbildung, welche als Folge der Chloroformnarkose zu bezeichnen sind.

Als erste Wirkung finden wir in den Kulturen noch unter normalen immer zahlreicher auftretende Zellen, deren Seitenwände nicht glatt, sondern unregelmäßig wellig, deren Enden in der Nähe der Querwände abgerundet werden. Nachträglich bilden sich im Verlaufe der Hyphen ganz unregelmäßig gebaute Zellen heraus, welche mehr oder weniger kugelig, manchmal elliptisch sind, reichlich Protoplasma enthalten und durch Jod tiefbraun gefärbt werden. Man-

che dieser kugeligen Blasenzellen erreichen verhältnismäßig sehr große Dimensionen bis 30 μ Durchmesser. Die Enden der Hyphen werden dagegen sehr dünn und tragen zahlreiche, aber kurze und dennoch häufig gegabelte Äste. Auf den erhabenen Falten der Pilzdecke sind die Hyphen mehr normal, aber sehr dünn. Hier bilden sich die Sporenträger, von denen viele nicht ganz parallele, sondern vielfach gewellte, ja sogar an mehreren Stellen eingeschnürte Ränder haben. Die Sporen erscheinen normal und reichlich, dagegen wachsen die Sterigmen der älteren Sporenträger zu kugeligen, oder gegen die Spitze eiförmig erweiterten Blasen an. Wird die Entfernung der Pilzdecke von der Chloroformlösung möglichst verringert, so wird auch die Sporenbildung sehr stark retardiert, und die Pilzdecke, welche jetzt nur langsam wächst, besteht fast nur aus kugligen Riesenzellen. Ob dauernde Narkosewirkung auf Aspergillus eine erbliche Wirkung auszuüben vermag, hoffe ich erst dann mitteilen zu können, wenn ich die Kulturen längere Zeit hindurch fortgesetzt habe.

Die Wirkung des Jods und seiner Verbindungen Von einer morphotischen Wirkung des Jods auf die Pflanzen ist mir aus der Literatur nichts bekannt. Manche Pflanzen enthalten bekanntlich geringe Mengen von gebundenem Jod, nach Justus sogar die Zellkerne der Esche; reichlicher tritt dasselbe bei den Algen, bei Bonnemaisonia sogar in molekularer Form auf (nach Golenkin; vielleicht jedoch in leicht abspaltbarer Verbindung). Bei Tieren und Menschen sind dagegen wachstumsmodifizierende Einflüsse des Jods längst bekannt. Sollen wir auch die Wirkungen der jodhaltigen Schilddrüsensubstanz außer acht lassen, welche doch nicht mit Sicherheit als Folge des Jodgehaltes zu betrachten sind, so sind doch die morphotischen Wirkungen der Jodide oder des Jodoforms längst der Pharmakologie bekannt. Ähnliches habe ich bei Aspergillus niger aus Anlaß der Untersuchung der Jodidoxydase desselben bemerkt.

Schon besser sind wir über die toxische Wirkung des Jods und seiner Verbindungen unterrichtet, da viele von ihnen, sowie das freie Jod selbst längst als desinfizierende oder wachstumhemmende Körper bekannt und verwendet werden. Da jedoch meine Erfahrungen mit Aspergillus niger (und manchen anderen Pilzen) mit den früheren Erfahrungen anderer Forscher nicht ganz übereinstimmen, so möchte ich zunächst über die toxische Wirkung der benannten Körper folgendes mitteilen.

Das freie Jod gehört bekanntlich zu starken Plasmagiften infolge der leichten Additionsfähigkeit an die Eiweißstoffe des Plasmas. In einer $\frac{1}{500}$ normalen Lösung des Jods keimt keine Spore mehr, in einer $\frac{1}{1000}$ normalen keimen die meisten nicht mehr, doch nach längerer Zeit einige aus unbekannten, individuellen Gründen widerstandsfähigere Exemplare. Die große Giftigkeit des freien Jods ist als Folge seiner Lipoidlöslichkeit und der dadurch bedingten Durchgängigkeit durch die lebenden Plasmahäute im Sinne der Theorie Overton's zu betrachten, steht dagegen, was die Plasmapermeabilität anbelangt, im Widerspruch mit der Theorie Traubes, da die wäßrigen Lösungen des Jods gar nicht zu den kapillaraktiven Körpern im Sinne Traube's gehören (Traube, Theorie der Osmose und Narkose, Pflügers Archiv, 105, 1904, pag. 541).

Die Jodide (untersucht wurden Jodkali und Jodammonium) wirken in 1% und 3% Lösnng auf den Aspergillus gar nicht, falls nur kein freies Jod infolge der unter gewissen, äußeren Wachstumsbedingungen stattfindenden Bildung der Jodidoxydase zur Wirkung kommt. Werden dagegen die Bedingungen geschaffen, unter welchen der Pilz eine Jodidoxydase bildet, wird also einer Aspergillus-kultur, Trauben- oder Rohrzucker zugesetzt, so tritt schon in 0·2% Lösungen des IK, soweit der Pilz noch nicht fruktifiziert, die hemmende resp. tödliche Wirkung, welche jedoch nicht die Wirkung des jonisierten Jods in der Jodkalilösung, sondern des molekularen Jods ist. Die Oxydationsprodukte des Jods, also die wenig in Wasser löslichen Jodate und Perjodate wirken alle auf Aspergillus merklich wachstumshemmend, tödlich dagegen scheinen sie in entsprechenden Verdünnungen nur dann zu werden, wenn sich infolge einer reduzierenden Wirkung der Zelle molekulares Jod bildet. In einer 1% Lösung des Kaliumbijodats (KHI_2O_6) erfolgte zwar gar keine Keimung der Sporen, doch entwickelte sich in der Lösung auch ohne das Wachstum freies Jod in geringer Menge. Von Kaliumperjodat ist es mir überhaupt nicht gelungen, ein Präparat zu bekommen, welches nach Sterilisation der Lösung kein freies Jod bildete, dagegen in 0·25% Lösungen des Kaliumjodats, Natriumjodats und Natriumperjodats keimt und wächst Aspergillus, wenn auch langsamer als in den Kontrollflaschen, solange nicht das Jodat reduziert wird. Da aber viele Pilze, auch solche, welche wie der Aspergillus in jungen Stadien eine Jodidoxydase bilden, in älteren Entwicklungsstadien, je nach der Art früher oder später ver-

schiedene Körper reduzieren, so reduzieren sie auch Jodate oder Perjodate, bilden freies Jod, welches ihrem Wachstum, häufig genug ihrem Leben ein Ende macht. Ich konnte bis jetzt überhaupt keine Pilzart finden, welcher diese Reduktionsfähigkeit gefehlt hätte. Ist die Menge des freien Jods nicht so groß, um das Leben ganz zu vernichten, so erfolgt das sehr langsame, weitere Wachstum morphologisch anormal, das freie Jod wird weiter zu Jodiden reduziert, und mit der vollständigen Reduktion des freien Jods fängt der Pilz an, weiter normal zu wachsen. Diese Änderungen der Außenflüssigkeit durch den Aspergillus lassen sich durch Zusatz der löslichen Stärke leicht demonstrieren, denn in farbloser Jodidstärkelösung verursachen die jungen Keimlinge die Bildung der blauen Jodstärke, welche sich nachträglich (falls der Pilz trotzdem wächst) infolge der Reduktion langsam entfärbt; dagegen tritt in der farblosen Jodatstärkelösung die Bildung von Jodstärke bedeutend später und zwar erst dann ein, wenn der Pilz in das reduzierende Wachstumsstadium kommt. Sehr hübsch lassen sich diese Veränderungen in Kulturschalen demonstrieren, deren Agarnährgallerte mit Jodid- oder Jodatstärke versetzt war.

Von organischen von mir untersuchten Jodverbindungen, entwikkelte nur das Jodopyrin (Jodantipyrin, $C_{11}H_{11}IN_2O$) in den Aspergilluskulturen das freie Jod nach mehreren Tagen und erzeugte so auch eine morphotische Wirkung. Dagegen übte ein Zusatz von Jodäthyl, Jodoform oder Jodol (Tetrajodpyrol) gar keine hemmende Wirkung auf die Keimung, das Wachstum oder die Wachstumsweise des Aspergillus niger, welchem auch die Fähigkeit mangelt, aus den erwähnten Verbindungen, das freie Jod zu entwickeln. Die Kulturversuche mit Jodoform, von dem sehr große Mengen der Agarnährgallerte oder der Kulturflüssigkeit zugesetzt wurden, sind sogar deswegen unangenehm, weil mit dem nichtsterilisierten Jodoform zu viele, verschiedene Pilzsporen in die Kulturgefäße gelangen und da nachträglich bunt durcheinander und üppig weiße, grüne, gelbe und schwarze Pilzarten wachsen. Diese Versuche stimmen also nicht mit jenen von Altenburg (Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen II, 196), welcher mit Aspergillus niger eine Jodoformzersetzung erhielt. Die Ursache der Differenz kann nicht daran liegen, wie Kobert meint, daß die Altenburg'schen Kulturen naß, die meinigen dagegen trocken waren, weil ich doch nicht nur mit Agarkulturen, sondern auch mit flüssigem Nährmedium in Erlenmeyr'schen Kolben

experimentierte. Vielleicht liegt die Ursache, ähnlich wie in dem Fall der Jodidzersetzung, in der chemischen Zusammensetzung des Nährbodens, doch habe ich diese Frage, was Jodoform betrifft, nicht weiter verfolgt. Für die Jodoformtherapie ist die nähere Erforschung des Themas jedenfalls von hoher Bedeutung.

Ich fasse das oben Gesagte kurz zusammen. Jodide (in schwacher Konzentration) und Jodjon wirken nicht giftig, Jodate hemmen nur wenig das Wachstum, ohne die Sporenbildung zu verhindern. Unlösliche, organische Jodverbindungen verhalten sich gegen Aspergillus neutral. Sehr giftig ist dagegen das molekulare Jod. Eine Konzentration, welche nicht tödlich ist, wirkt dennoch morphotisch, indem ganz anormale Zellformen gebildet werden.

Auf dem Nähragar oder in der flüssigen Nährlösung, welche nur wenig freies Jod enthält, gehen gewöhnlich nicht alle Zellen des Aspergillus niger zugrunde, sondern manche wachsen sehr langsam weiter, kompakte, weiße, glänzende, käseartige Körperchen bildend, welche glatt, rund oder gelappt erscheinen, und eine Größe von $^1/_2$ mm bis zu 10 mm Höhe, Dicke und Breite erreichen. Die zuletzt genannte Größe erreichen diese anormalen Kolonien erst nach Verlauf von mehreren Monaten. Es bilden sich dabei keine losen Hyphen, auch keine Sporenträger oder Sporen. Die Zellen werden zunächst ganz kurz, fast isodiametrisch, bald darauf kugelig, und entwickeln sich als echte Riesenzellen, welche bis 50 μ breit werden. In älteren Kolonien erscheinen auf der Innenseite der Riesenzelle, welche von Plasma dicht erfüllt wird, charakteristische Membranverdickungen, in Form von nach innen vorspringenden, abgerundeten, bis 5 μ hohen und breiten Warzen, manchmal in Form von ebensohohen gekröseartig gewundenen, dicht nebeneinander verlaufenden Leisten. Schon bei schwacher Vergrößerung erscheinen deswegen solche Riesenzellen wie von zahlreichen, kugeligen Körnern erfüllt. Während des langsamen Wachstums in Form der beschriebenen käsigen, sterilen Klumpen wird das freie Jod immer mehr reduziert; ist es ganz geschwunden, dann bilden sich wieder normale, lose, dünne Hyphen und endlich Sporenträger.

Ebenso beachtenswert sind die Wirkungen des Jods auf die Wachstumsweise des Thamnidium elegans. Während die meisten Hyphen durch das aus Jodaten durch Reduktion entwickelte Jod getötet werden, bleiben doch manche Zellen am Leben, wachsen weiter und bilden eine Mycelform, wie solche Bachmann nicht be-

obachtet hat. Es entstehen auf dem früher üppigen Mycelium punktförmige, weiße Wachstumszentren, welche sich kugelig vergrößern und 2 bis 3 mm breit werden. Die radiär wachsenden Haupthyphen solcher Kolonien bilden mächtige, keulenförmige, am Ende sehr dicke Gebilde, welche manchmal perlschnurartig eingeschnürt sind, jedoch unseptiert bleiben. Auf der Basis dieser dicken keulenförmigen Hyphen erscheinen kurze, ebenfalls unseptierte, reich verzweigte, gebogene, wirr durcheinander geschlungene, dichte Hyphen, so daß die Pilzkolonien sehr dicht und weiß erscheinen. Es werden dabei keine der gewöhnlichen langen Hyphen gebildet, auch keine Gemmen oder Sporangien.

Die oben erwähnten Chemomorphosen sind am leichtesten in Nährlösungen zu erhalten, welchen Jodate oder Perjodate (eventuell neben Stärke) zugesetzt sind. Die Sporen keimen, die Hyphen wachsen anfangs normal, bis sich endlich infolge der Reduktion eine langsam eintretende Wachstumsstörung einstellt.

---

60. M. JOSEPH NUSBAUM m. c. et Mme CAROLINE REIS. **Przyczynek do anatomii i fizyologii t. zw. owalu w pęcherzu pławnym ryb.** ***(Beiträge zur Anatomie und Physiologie des s. g. Ovals in der Schwimmblase der Fische).*** *(Contribution à l'anatomie et à la physiologie de l'„oval" dans la vessie natatoire des poissons).*

Die Schwimmblase der Physoclisten stellt einen komplizierten, hydrostatischen Apparat dar, der durch seinen Gasgehalt das spezifische Gewicht des Fisches verändern kann und zugleich eine Vorrichtung zur Regulation des Schwimmblasendrucks besitzt, welche es dem Fische ermöglicht, in verschiedenen Tiefen zu schwimmen. Der Gasinhalt der Schwimmblase besteht zwar aus den Bestandteilen der atmosphärischen Luft, aber in ganz anderen Mengenverhältnissen, so daß man annehmen muß, daß er in der Blase selbst ausgeschieden wird. Lange Zeit wurde das in der Wand der Schwimmblase zirkulierende Blut als Quelle des Gasgemenges betrachtet.

Erst J. Müller[1]) wies darauf hin, daß die Gasabsonderung

[1]) J. Müller. Über Nebenkiemen und Wundernetze. Arch. f. Anat. u. Phys. 1840.

nicht in den Wundernetzen, sondern im Epithelkörper, den er drüsige Säume nennt, stattfindet. Wie aber die Ausscheidung des Gasgemenges vor sich geht, hat weder Müller, noch die späteren Forscher, wie: Corning[1]), der die Blutversorgung des Epithelkörpers festgestellt hat, und Coggi[2]), der in dem Epithelkörper Drüsenlumina fand, näher zu erklären versucht. Den ersten Versuch den physiologischen Prozeß der Gasausscheidung in der Schwimmblase näher zu bestimmen, verdanken wir Jäger[3]). Er beobachtete in den Blutkapillaren das Zugrundegehen roter Blutkörperchen und nahm an, daß der toxische Einfluß der Epithelzellen ihren Zerfall verursacht und zugleich den Sauerstoff befreit. Die anderen Gase, der Stickstoff und die Kohlensäure gelangen durch einfache Diffusion aus den Blutgefäßen in das Schwimmblasenlumen. Über die Art und Weise, wie die Epithelzellen den Giftstoff produzieren und wie die Verdichtung des Sauerstoffs in den Epithelzellen stattfindet, führt Jäger keine Tatsachen an, sondern stellt vage Vermutungen auf.

Der Epithelkörper wurde zuerst von Bykowski und Nusbaum[4]) bei Fierasfer und dann von uns[5]) bei Makropoden als tätige Drüse, in der die zugrundegehenden Zellen das gasförmige Sekret liefern, beschrieben. Wir haben dabei zu beweisen versucht, daß die Zerfallsprodukte der Epithelzellen nach weiteren chemischen Veränderungen in Gasbestandteile der Schwimmblase übergehen. Seit dieser Zeit haben wir eine große Anzahl verschiedener Fischgattungen, die an der zool. Station zu Neapel und Triest gesammelt wurden, untersucht und haben unsere früheren Beobachtungen nicht nur bestätigt gefunden, sondern auch alle Übergangsstufen von lokalen Plasmaverdichtungen in den Epithelzellen bis zu ganz ent-

[1]) H. K. Corning. Beiträge zur Kenntnis der Wundernetzbildungen in der Schwimmblase der Teleostier Morph. Jahrb. Bd. 14, 1888.

[2]) A. Coggi. Intorno ai corpi rossi della vesica natatoria di alcuni Teleostei. Mitteil. aus d. Zool. Station zu Neapel. 1886—87.

[3]) A. Jaeger, Die Physiologie und Morphologie der Schwimmblase der Fische. Arch. f. ges. Phys d. Menschen u. d. Tiere. Bd. 94, 1903

[4]) L. Bykowski u. J. Nusbaum, Beiträge zur Morphologie des parasitischen Knochenfisches Fierasfer Cuv. Bull. de l'Acad. d. Sciences. Cracovie 1904.

[5]) K. Reis u. J. Nusbaum. Zur Histologie der Gasdrüse in der Schwimmblase der Knochenfische zugleich ein Beitrag zur Trophospongienfrage. Anat. Anz. Jena, XXVII, 1905.

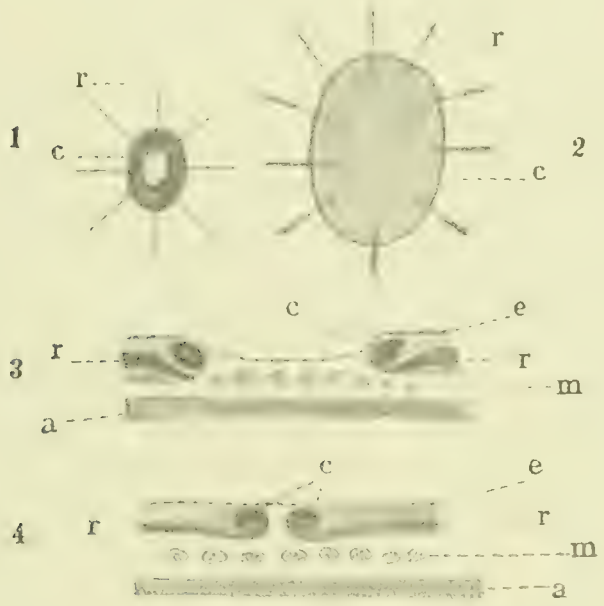
wickelten Gasbläschen, die sich in den Ausführungsgängen der Drüse befinden, konstatiert. Die Resultate unserer Untersuchungen werden wir nächstens an anderer Stelle veröffentlichen.

Hier wollen wir über einige äußerst interessante Befunde berichten, welche den histologischen Bau und die Funktion des zweiten Gefäßorgans betreffen, das, wie Jäger sehr richtig vermutete, zur Regulierung des Gasgehaltes der Schwimmblase dient. In der Beschreibung, die uns Jäger von diesem Organ bei Lucioperca gibt und welches er, dem Beispiel Corning's folgend, der ovalen Begrenzung wegen „Oval" nennt, vermissen wir einige wichtige anatomische Tatsachen, die wir bei eingehender Untersuchung zuerst bei den zwei Ophidiumarten: Oph. barbatum (Müll.) und Oph. Broussonetti (Müll.), dann aber auch bei Lucioperca sandra gefunden haben, bei der wir übrigens die Funktion des Ovals besser untersuchen konnten, da uns ein reiches Material an lebendigen Individuen zu Gebote stand. Die Lage des Ovals ist nicht konstant. Während es bei den Perciden an der dorsalen Wand im hinteren Drittel der Schwimmblase liegt, befindet es sich bei Oph. barbatum und Oph. Broussonetti am hinteren Ende der Schwimmblasenwand. Die dritte Art der Gattung Ophidium, das Ophidium Rochii zeichnet sich durch ein dem Oval in physiologischer Hinsicht analoges Organ aus, welches wir im Folgenden genau beschreiben wollen.

Die Schwimmblasenwand besteht in der Umgebung des Ovals bei Lucioperca, wie auch bei den zwei Ophidiumarten die ein Oval besitzen, aus drei Schichten: einer fibrösen äußeren Membran (Schema *a*), die sich durch spärliches Vorkommen zelliger Elemente auszeichnet, einer mittleren (*m*) aus sehr lockerem Bindegewebe und zahlreichen Gefäßen, welche ein überaus feines Kapillarnetz [1]) bilden, (dessen Arterien dem Gebiete der Aorta descendens angehören und die Venen in die Venae cardinales übergehen) und einer inneren bindegewebigen Membran, welche viele elastische Fasern und zahlreiche Muskelbündel enthält (*r, c*). Auf die innere Membran folgt als Abschluß gegen das Blasenlumen noch eine Lage von Plattenepithel (*e*). Die innere muskelreiche Membran dringt nicht ins Ovalgebiet ein, bildet nur die äußerste Umgrenzung des Ovals,

[1]) Dieses Kapillarnetz wurde auf einer flach ausgebreiteten Schwimmblasenwand bei vielen Fischen, nach injizierten Präparaten, von Corning näher beschrieben und abgebildet (l. c.).

und verdickt sich zu einem ringförmigen Saume. Der Saum besteht aus einem inneren Ringe zirkulär verlaufender elastischer Fasern und einem äußeren viel dickeren Ringe von zirkulären glatten Muskelfasern (*c*). Außer dieser Muskulatur finden wir andere glatte Muskelbündel, die in radiärer (*r*) Richtung verlaufen und einerseits zu den im Bereiche des Ovals zahlreichen Blutgefäßen in Beziehung



Schema zur Erläuterung der Wirkung des Ovals.

1. Geschlossenes Oval. — 2. Geöffnetes Oval. — 3. Querschnitt durch das geöffnete Oval. — 4. Querschnitt durch das geschlossene Oval.

c — zirkuläre glatte Muskelfasern die samt elastischen zirkulären Fasern den Ovalsaum bilden, *r* — radiäre glatte Muskelfaser, *e* — Epithel an der Innenfläche des Ovals, *m* — mittlere, die Kapillargefäße enthaltende Schicht der Ovalwand, *a* — äußere Wand der Schwimmblase.

treten, andererseits vom Saume ausgehend in radiärer Richtung in der inneren Schicht verlaufen. Jäger hat nur einen ganz geringen Teil der radiären Muskelfasern gesehen und zwar diejenigen, die im Bereiche des Ovals in der Nähe der Blutgefäße in Längs- und Querrichtung verlaufen. Die radiäre Anordnung der Muskelbündel im Oval selbst und außerhalb desselben in der inneren Membran

hat Jäger nicht bemerkt und das erklärt zur Genüge, warum er den Mechanismus der Ovalfunktion nicht klar darstellen konnte.

Die radiären Muskelbündel haben eine außerordentlich große Bedeutung für den Mechanismus der Funktion des Ovals; sie bilden mit den zirkulären Muskelfasern des Saumes die eigentlichen Vorrichtungen zur Öffnung resp. zur Schließung des Ovals. Physiologisch kommt den radiären Muskelbündeln die Funktion eines Dilatators zu, da durch deren Verkürzung (Schema 2, 3) das Oval aktiv erweitert wird, während die zirkulären Muskeln (Schema 1, 4) die eigentlichen Schließmuskeln des Ovals bilden. Die Verkürzung der radiären Muskeln bewirkt zugleich eine Erweiterung der größeren Gefäße des Ovals, da einzelne Bündel, wie wir oben erwähnt haben, sich an die Wandungen der Gefäße anheften. Bei geöffnetem Oval findet die Absorption der Schwimmblasenluft auf dem Wege der Diffusion durch das Plattenepithel in die darunterliegenden Blutkapillaren statt, wobei die Erweiterung der Gefäße den Zufluß des Blutes und damit auch die betreffende Absorption begünstigt. Nach Jäger liegt die Ursache für die Durchlässigkeit der Blase an dieser Stelle in den spezifischen Eigenschaften des Ovalepithels im Gegensatz zu dem das Lumen auskleidenden Epithel, obwohl sich zwischen den beiden Plattenepithelien keine morphologischen Unterschiede nachweisen lassen; bei geschlossenem Oval ist die Schwimmblase mit undurchlässigem Epithel ausgekleidet. Unserer Ansicht nach ist der Mangel der dicken inneren, Muskel enthaltenden, bindegewebigen Membran die Hauptursache für die Durchlässigkeit des Ovals; im Momente, wo durch Kontraktion der radiären Muskeln die innere Membran aus dem Bereiche des Oval weicht, liegen die Kapillargefäße dem Plattenepithel direkt an, wodurch die Diffusion des Gasgehaltes der Schwimmblase ermöglicht wird. Die Kontraktion der zirkulären Muskeln bewirkt ein Einschieben der inneren Membran zwischen das Epithel und die gefäßreiche mittlere Membran und die Absperrung des Ovals. Wir haben die Erweiterung des Ovals an lebendigen wie auch an getöteten Individuen, bei denen durch Erschlaffung der Nerventätigkeit der Vergrößerungsprozeß sehr langsam vor sich ging, beobachtet, und sind zur Einsicht gelangt, daß Jäger das Oval nie im Anfangsstadium angetroffen hat. Dafür sprechen zweierlei Tatsachen: erstens die von ihm beobachteten Größenverhältnisse des Ovals (bei 40 cm großen Individuen die Größe „eines Gänseeies", das kleinste Oval gleich

„einem Sperlingsei"), zweitens die immer symmetrische Lage desselben. Wir haben mehrmals bei Individuen, denen die Schwimmblase 1 Stunde nach dem Tode geöffnet wurde, das Oval vollkommen geschlossen gefunden und erst nach einiger Zeit (2—5 Minuten) öffnete sich das 2 mm im Durchmesser weite Lumen desselben 3 mm links von der Medianlinie, nach weiteren 5 Minuten erweiterte es sich bis zu 4 mm Durchmesser, ohne die unsymmetrische Lage zu verändern; erst nach folgenden 30 Minuten erreichte es sein Größenmaximum (3 cm Längendurchmesser bei einem 25 cm langen Fisch) und nahm zugleich die symmetrische Lage ein. Wir halten es für wichtig, die Erweiterung des Ovals zum ersten Male überhaupt ad oculos konstatiert und den Mechanismus dieses Vorganges erforscht zu haben.

Bei Ophidium Rochii finden wir ein dem Oval analoges Schwimmblasenorgan, das eine rein mechanische Vorrichtung zur Regulierung des Gasinhaltes darstellt. Die Schwimmblasenwand bildet am hinteren Ende ein fingerförmiges, zylindrisches Organ, dessen breiteres Ende aus der Blase herausragt und das schmälere dem Blasenlumen zugewendet ist. Die äußere elastische Schicht der fibrösen Membran verdickt sich stark und bildet einen Stopfen, dessen elastische Fasern geschlängelt in der Richtung der Längsachse verlaufen und sich hutartig über dem nach dem Binnenraum der Schwimmblase gerichteten vorderen Ende des Organs verbreiten. Auf die elastische Schicht folgt die fibrilläre der äußeren Membran; diese weist am vorderen Ende des Organs eine Unterbrechung auf, durch welche die elastischen Elemente eindringen und sich unmittelbar an die innere gefäßreiche Membran anschmiegen. Als Abschluß gegen das Blasenlumen folgt eine Lage von kubischem Epithel, das mehrere Einstülpungen bildet. An der Basis dieses Organs findet man zwischen den elastischen Fasern auch zahlreiche Muskeln, welche von der bindegewebigen Membran den Anfang nehmen, radiär verlaufen und im elastischen Stopfen enden. Andere Muskelbündel verlaufen zirkulär, so daß man sie in Längsschnitten im Querschnitt im Bindegewebe gelagert antrifft. Wie beim Oval fällt auch in diesem Organ den Radiärmuskeln die wichtigste Rolle zu. Durch Kontraktion derselben wird der elastische Stopfen aus dem Schwimmblasenlumen herausgeschoben, wodurch bei gleichzeitiger Kontraktion der zirkulären Muskeln, die den Stopfen zusammenpressen, eine Verdünnung der Luft erfolgt.

Die Funktion dieses Organs ist ganz klar, es stellt einen elastischen Preßkörper dar, der infolge seiner Ausstreckung resp. Zusammenziehung die Verdichtung resp. Verdünnung des gasförmigen Inhaltes der Schwimmblase bewirkt. An Stelle des Ovals stellt es daher eine durch Anpassung an die Funktion erreichte mechanische Vorrichtung dar, die den Vorteil bietet, daß die so mühsam durch die Gasdrüse gewonnene Schwimmblasenluft nicht verloren geht.

Die Wirksamkeit dieses Organs wird durch die Tätigkeit einer anderen interessanten Vorrichtung, die wir in der Schwimmblase des Ophidium Rochii antreffen, verstärkt.

Am vorderen Ende der Schwimmblase, in einer halsförmigen Verlängerung der Wandungen befindet sich ein knöcherner Stopfen, der einer dicken Schicht von elastischem Gewebe aufliegt. An den Knochen heften sich spezielle Muskeln an, die denselben gegen das Blasenlumen und in entgegengesetzter Richtung bewegen können. Den Verlauf der Muskeln hat J. Müller[1]) detailliert beschrieben, so daß wir die nähere Beschreibung derselben unterlassen können. Die Koexistenz der beiden Vorrichtungen am vorderen und am hinteren Ende der Blase ist durchaus nicht notwendig, da wir bei Ophidium barbatum nur den knöchernen Stopfen am vorderen Ende finden und am hinteren Ende ein den anderen Physoclisten analoges Oval. Die dritte Ophidium-Spezies, das Ophid. Broussonetti J. Müller, besitzt keine Verknöcherung der Schwimmblasenwand und am hinteren Ende der Blase ein Oval. Die Gattung Ophidium ist daher ein klassisches Beispiel, welch großen Veränderungen ein Schwimmblasenorgan, wie das Oval, durch Anpassung an die Funktion unterliegen kann, da wir in den drei Ophidiumarten alle Übergangsstufen von der gewöhnlichen Physoclistenblase, die Oph. Broussonetti repräsentiert und deren Gasinhalt durch Absorption reguliert wird, zur modifizierten Blase der beiden anderen Ophidiumarten finden, wo durch eigenartige Vorrichtungen die Schwimmblasenluft verdichtet, resp. verdünnt wird.

[1]) J. Müller. Untersuchungen über die Eingeweide der Fische, Physik. Abh. d. k. Akad. d. Wissenschaften, Berlin 1842.

61. MM. W. KULCZYCKI et J. NUSBAUM m. c. **Przyczynek do znajomości gruczołów jednokomórkowych u ryb kostnoszkieletowych.** *(Zur Kenntnis der Drüsenzellen in der Epidermis der Knochenfische. (Contribution à l'étude des glandes unicellulaires chez les Téléostéens).*

Seit den klassischen Arbeiten von Leydig (Über die Haut einiger Süßwasserfische. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1850 u. Hautdecke u. Hautsinnesorgane der Fische 1879) hält man die einzelligen Drüsen in der Epidermis der Teleostiere zum größten Teil für Schleimdrüsen, und zwar sowohl die echten, hellen Schleimdrüsen, wie auch die s. g. Kolbenzellen. Selbst in der neuesten diesbezüglichen Arbeit vom J. 1895 (Integument u. Hautsinnesorgane der Knochenfische. Zool. Jahrb. B. 8. 1895) nennt Leydig die Kolbenzellen „modifizierte Schleimzellen". Studnička (Über einige Modifikationen des Epithelgewebes. Vestnik kral. Česk. Spol. Náuk. Trida Mat. Prid. 1899) bezeichnet gleichfalls die großen Kolbenzellen beim Ophidium barbatum als „Schleimzellen". Fr. Maurer (Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig 1895) betrachtet die Kolbenzellen als „Drüsen mit einer schleimig-gallertigen Umbildung des Plasmas". Beim Hippocampus dagegen beschrieb H. Hoyer (junior) (Über d. Bau des Integuments von Hippocampus. Bullet. Acad. Cracovie, 1901) besondere Drüsenzellen, über welche er sich äußert, daß sie keineswegs Schleimzellen darstellen, da sie kein Mucin enthalten.

Auf Grund ausgedehnter vergleichend-anatomischer Untersuchungen bei einer Reihe von Knochenfischen: Tinca vulgaris, Cyprinus carpio, Anguilla vulgaris, Ophidium barbatum, Fierasfer dentatus, Esox lucius, Lucioperca sandra, Amiurus nebulosus, Belone vulgaris u. A. sind wir zum Schlusse gelangt, daß überhaupt in der Oberhaut der Knochenfische zwei Formen von einzelligen Drüsenzellen zu unterscheiden sind: 1) Schleimzellen und 2) seröse Drüsenzellen, und daß die ihrer Form nach s. g. Kolbenzellen sich diesen letzteren anreihen. Bei vielen Fischen treten diese beiden Drüsensorten hervor, z. B. bei Tinca, Anguilla, Fierasfer, Ophidium; bei anderen sind nur Schleimdrüsen vorhanden, z. B. bei Salmo, Belone, Perca. Die färberischen Methoden, und zwar sowohl die Tinktion mit Mucinkarmin, wie auch mit Hoyer's Thionin und mit Toluidinblau haben uns überzeugt, daß nur die bekannten mit sehr hellem Inhalte und mit einer Öffnung (Becherzellen) versehenen Drüsenzellen Schleimzellen sind, die anderen Formen der Drü-

senzellen und unter diesen auch die kolbenförmigen nichts mit den Schleimzellen zu tun haben; sie enthalten nie Mucin. Bei Anwendung von Hämatoxylin und Eosin färben sich die Schleimzellen blau, die serösen stark rötlich, und mit Eisenhämatoxylin färben sich die serösen Drüsenzellen schwärzlich. Das Plasma der serösen Zellen ist überhaupt stark verdichtet, lichtbrechend und homogen.

Maurer hält das homogene, stark lichtbrechende Plasma der serösen Zellen für Sekret und nur die dünne Schicht des mehrkörnigen Plasmas, welche den Kern umgibt, für aktives Plasma der Zelle. Diese Meinung ist ganz unrichtig. Wir konnten bei Tinca vulgaris den Sekretionsprozeß der serösen Zellen genau studieren und wir gelangen zum Schlusse, daß die rings um den Kern hervortretende Schicht körnigen „Plasmas" die erste Spur des Sekretes darstellt, wobei aus dem Kerne einige Chromatinkörner austreten und in diese Schicht gelangen, wo sie zu grunde gehen. Diese körnige Sekretsubstanz, die also zuerst in der nächsten Nachbarschaft des Kernes erscheint, bildet pseupodienartige Vorsprünge, welche in das umgebende, homogene, besonders modifizierte Plasma des Zellenleibes sich verlängern, bis sie zur Oberfläche der Zelle gelangen, und indem die Sekretsubstanz sich rings um den Kern mehr und mehr anhäuft, strömt sie durch diese pseupodienartigen Fortsätze nach außen, weshalb sich eine immer dickere Schicht von feinkörnigem Sekrete an der Peripherie der abgerundet-polygonalen Zelle anhäuft.

Solche abgerundet polygonale Drüsenzellen mit feinkörnigem Sekrete, welches sich an der Peripherie des Plasmaleibes ansammelt, aber sich rings um den Kern zu bilden beginnt, stellen den ersten Typus von serösen Drüsenzellen in der Epidermis der Knochenfische dar. Wir haben sie auch bei Fierasfer dentatus beobachtet. In vielen von diesen Zellen geht der Kern in den spätesten Stadien der sekretorischen Funktion der Zelle zu grunde.

Einen zweiten Typus stellen die serösen Drüsenzellen z. B. bei Anguilla dar, wo sie wegen ihrer kolbenförmigen, oben verdickten, unten verengten Gestalt von Leydig „Kolbenzellen" genannt worden sind. Auch hier stellt das homogene, lichtbrechende Plasma des Zellenleibes kein Sekret dar, wie es Maurer vermutete, sondern das eigentliche Sekret entsteht in der nächsten Nachbarschaft des Kernes, und zwar entweder oberhalb oder unterhalb desselben, manchmal auch neben ihm. Es erscheint hier eine geräumige Se-

krethöhle, in welcher zuerst eine durchsichtige Flüssigkeit erscheint, in welcher dann Körnchen, Kügelchen oder eine zusammenhängende, kugelig-lappige Masse von sehr zäher, homogener, stark lichtbrechender und sich mit Eisenhämatoxylin, mit Eosin und mit der Van Giesson'schen Flüssigkeit intensiv färbender Substanz zum Vorschein kommen. Die Bildung dieses Sekretes steht in innigem Zusammenhange mit dem Erscheinen in dem homogenen Zellenleibe eines Systems von feinen, fadenförmigen, teils sich verästelnden Bildungen, die in der Nähe der Sekrethöhle in feine Kanälchen übergehen, in denen eine helle Flüssigkeit erscheint. Dieselbe ergießt sich in die eben erwähnte, neben dem Kerne erscheinende Sekrethöhle, in der dann das zähe Sekret zum Vorschein kommt. Das Sekret wird direkt infolge der Zerreißung der immer dünner werdenden Kappe des Zellenleibes, die die Sekrethöhle umgibt, nach außen entleert. Der Kern, der neben der Sekrethöhle liegt, wird allmählich mehr und mehr abgeplattet und verdünnt, nimmt eine halbmondförmige Gestalt an, indem er der Sekrethöhle direkt anliegt, und geht endlich zu grunde.

Einen dritten Typus der serösen Drüsenzellen in der Epidermis der Knochenfische haben wir z. B. bei jugendlichen Formen von Fierasfer dentatus beobachtet, wo außer den großen, polygonalen, serösen Drüsenzellen des Typus I, große, sackförmige, mit dem Kerne an der Basis und einem langen, dünnen Halse, der sich direkt nach außen öffnet, versehene Drüsenzellen sich befinden, deren Sekret aus zahlreichen, eosinophilen Körnchen besteht. Neben diesen Zellen sind hier auch viele echte Schleimdrüsen, als Becherzellen, vorhanden. Die großen, becherförmigen, serösen Drüsenzellen bei Ophidium barbatum, die gleichfalls ihren sehr fein granulierten Inhalt durch eine Öffnung nach außen entleeren, gehören demselben Typus an.

Die serösen Drüsenzellen der Knochenfische haben jedoch nicht nur eine sekretorische Bedeutung; sie spielen auch sehr wahrscheinlich, wie es neuestens M. Oxner (Über die Kolbenzellen in der Epidermis d. Fische u. s. w. Jen. Zeitschr. f. Naturwiss. B. 40 1905) vermutete, die Rolle der Stützelementen und zwar die Drüsenzellen unseres Typus I und II, wo das sehr zähe, verdichtete, homogene Plasma des Zellenleibes eben diese stützende Funktion sehr leicht erfüllen kann.

---

62. M. XAVIER LEWKOWICZ. **Czyste hodowle prątka wrzecionowatego.** *(Die Reinkulturen des Bacillus fusiformis). (Les cultures pures du bacille fusiforme).* Mémoire présenté par M. T. Browicz m. t.

(Planche XX.)

Der fusiforme Bazillus ist uns schon lange bekannt, und zwar seit der Zeit der Untersuchungen Miller's (4) über die bakterielle Flora der Mundhöhle. Zu größerer klinischer Bedeutung gelangte er aber erst seit der Publikation der Beobachtungen von Plaut (5), welcher als erster nachgewiesen hat, daß der Bazillus in Belägen bei gewissen Formen von Rachenentzündung entweder allein oder mit der Spirochaete vergesellschaftet, in großem Übergewicht gegen andere Mikroorganismen auftreten kann. Schon früher haben übrigens Verneuil und Clado (7) den fusiformen Bazillus mit der Spirochaete in einem Abszesse der Submaxillarspeicheldrüse und in einem Abszesse am Finger nach Verletzung mit einem alten künstlichen Gebiß konstatiert. Im J. 1896 wurde derselbe bakteriologische Befund von Vincent (9) mikroskopisch beim Spitalbrande und im Jahre 1898 von Bernheim (1) bei ulzeröser Stomatitis nachgewiesen. Die Plaut'schen Beobachtungen haben wenig Aufmerksamkeit auf sich gelenkt; als daher Vincent (10) im Jahre 1898 mit einem Artikel über eine merkwürdige Form von diphtheroïder Angina hervortrat, so hatte es den Anschein, als handle es sich um etwas ganz Neues. Die Franzosen sprechen auch von Vincent'schen Bazillen und von Vincent'scher Angina, während deutsche Autoren mit größerem Rechte die Bazillen sowie die Spirochaeten als die Miller'schen, die Angina als die Plaut-Vincent'sche oder Plaut'sche bezeichnen. Was die Identität des aus den Belägen und des aus der normalen Mundhöhle (Miller'scher Bazillus) stammenden Bazillus anbelangt, so stellt sie Vincent einmal in Frage, scheint sie aber ein andermal doch anzuerkennen (11 u. 12).

Was die künstliche Züchtung des genannten Bazillus anbelangt, so wird von mehreren Autoren angegeben, daß man seine Vermehrung in verschiedenen flüssigen Nährböden, aber nur in Gegenwart anderer Mikroorganismen erhalten kann. Es ist vor mir Niemandem gelungen, Reinkulturen darzustellen. Der von Veillon und Zuber (8 und 6) aus Appendizitisfällen gezüchtete fusiforme Bazillus ist selbstverständlich mit dem unsrigen nicht identisch. Er wächst anaërob in Zuckeragar ohne Serumzusatz, kommt bei Zimmertemperatur

auf Gelatine fort, gibt in Zuckeragar nach 24 Stunden makroskopisch sichtbare Kolonien, auf schief erstarrtem Agar einen feuchten, undurchsichtigen, koliähnlichen Belag, in Zuckerbouillon eine starke Trübung und reichlichen Bodensatz.

Das Verfahren, dessen ich mich zur Reindarstellung des fusiformen Bazillus bediente, ist die von Veillon (8 und Sammelreferat von Rist 6) für die Kultur der anaëroben Bakterien angegebene Methode mit der einzigen Modifikation, daß nicht der gewöhnliche, sondern ein mit stark eiweißhältiger (4%) Aszitesflüssigkeit versetzter Zuckeragar in Anwendung gebracht wurde. Die ersten Reinkulturen habe ich im J. 1902 erhalten und die Resultate der Untersuchung in einer vorläufigen Mitteilung in „Przegląd lekarski" 1903 niedergelegt (3). Ein sehr ausführliches Referat über diesen Artikel findet sich im „Bulletin de l'Institut Pasteur", was ich deshalb erwähnen muß, da in der zweiten Hälfte des J. 1904 eine kurze vorläufige Mitteilung von Ellermann (2) erschienen ist mit der Angabe, daß es dem Autor geglückt ist, in Agar mit Pferdeserum Reinkulturen des fusiformen Bazillus darzustellen. Meine Arbeit wird vom Autor nicht zitiert, er scheint sie nicht zu kennen, obwohl sie ihm, wie das erwähnte Referat beweist, nicht unzugänglich war.

Im November 1904 habe ich wiederum den fusiformen Bazillus in Reinkulturen aus dem Belage an der Innenseite der Wange aus einem Falle von ulzeröser Stomatitis erhalten. Die Kulturen wurden bis Juli 1905 fortgezüchtet, ihr Verhalten studiert, und eine Reihe von Impfungen mit denselben vorgenommen. Die Konstatierung mancher neuen morphologischen und kulturellen Eigentümlichkeiten sowie der pathogenetischen Eigenschaften durch Tierexperimente, welche bei der ersten Mitteilung gänzlich fehlten, rechtfertigt die vorliegende Mitteilung umsomehr, da ich wegen des Absterbens der Kultur gezwungen wurde, die weiteren Untersuchungen wiederum vorläufig zu unterbrechen.

Morphologische Eigenschaften. In den Präparaten aus Belägen (Fig. 1) erscheint der untersuchte Mikroorganismus als ein Bazillus mit abgerundeten Enden. Die Enden sind auch meistens schmäler als der Mittelteil, was dem Bazillus spindelförmige Gestalt verleiht. Ziemlich oft werden kommaartig gekrümmte Bazillen angetroffen. Die Größe ist schwankend, die Länge oszilliert gewöhnlich zwischen nahezu 2 und 7 μ, die Dicke in der Mitte zwischen

0,3 und 0,8 μ. Meistens beträgt die Länge 3,5—4 μ, die Dicke 0,5 μ. Seltener begegnen wir in den Belägen längeren fadenförmigen Gebilden.

Aus den Kulturen (Fig. 2—8) erhalten wir auch, gewöhnlich im Übergewicht, Bazillen mit abgerundeten Enden, oder manchmal ausgeprägt spindelförmige Gebilde (Fig 7). Sie sind, besonders aus ganz jungen zwei- bis dreitägigen Kulturen (Fig. 3 und 4) im allgemeinen etwas schmäler als die Bazillen der Beläge. In den Kulturen treffen wir oft lange, manchmal durch das ganze Gesichtsfeld sich hinziehende schmälere oder dickere, zylindrische (Fig. 3, 5, 6) oder in dem Mittelteile bis 1 μ dicke, an den Enden spindelförmig zugespitzte Fäden (Fig. 2) an. Die Fäden werden manchmal schon sehr zeitig, sogar nach 24 Stunden gebildet (Fig. 2) und behalten das Übergewicht, ein andermal überwiegen die bazillenartigen Gebilde. Es war unmöglich zu ermitteln, von welchen Umständen dieses Verhältnis abhängt. In alten Kulturen werden die Bazillen sehr schmal und grazil (Fig. 8).

Gruppierung. Die Bazillen gruppieren sich häufig in Belägen und Kulturen (Fig. 7 u. 8) paarweise, indem sie sich mit ihren Enden verbinden.

Färbbarkeit. Die Färbbarkeit des fusiformen Bazillus ist im allgemeinen schwach, dabei ist die Färbung selten gleichmäßig. In Präparaten aus Belägen fällt es schon bei Anwendung der alkoholisch-wässerigen Fuchsinlösung auf, daß der Bazillus neben dunkelgefärbten auch lichtere Partien aufweist. Noch mehr tritt diese Scheckigkeit bei Anwendung des Karbolfuchsins hervor, was jedoch teilweise durch Einwirkung des Phenols auf das Protoplasma des Bazillus zu erklären und als Kunstprodukt aufzufassen wäre. Es wurden daher alle meine Präparate mit alkoholisch-wässeriger Fuchsinlösung, welche man zur Erzielung einer intensiveren Färbung, besonders bei älteren Kulturen eventuell mehrere Male anwärmte, gefärbt. Der aus ganz jungen zwei- bis dreitägigen Kulturen stammende Bazillus (Fig. 3 und 4) färbt sich manchmal gleichmäßig. In fadenförmigen, langen fusiformen Gebilden, und in Bazillen aus älteren, 5—6-tägigen Kulturen (Fig. 6 und 7) tritt ungleichmäßige Färbung, Scheckigkeit oder Querstreifung (Fig. 6) viel ausgeprägter hervor als in den aus Belägen stammenden Bazillen.

Konstante Gesetzmäßigkeit in der Verteilung der dünkleren und lichteren Partien ist nicht anzunehmen. Aus älteren Kulturen (Fig. 8)

erhalten wir sehr schwer färbbare, blasse, hie und da dünklere Pünktchen aufweisende Bazillen.

Nach Gram erhielt ich immer, sowohl in Belägen wie auch in Kulturen Entfärbung.

Eigenbewegung, Sporen. Der Bazillus ist unbeweglich, bildet keine Sporen.

Überimpfbarkeit, Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einwirkungen. Die Überimpfbarkeit des Bazillus ist beschränkt. Bei dicht gedrängten Agarkolonien und bei Aufbewahrung bei 37° kann man schon nach zwei Wochen zu einem negativen Resultat gelangen. In gut separierten Kolonien, in Zuckerbouillon mit Serum kann sich dagegen die Überimpfbarkeit lange bis zu 6 Wochen erhalten, wahrscheinlich aber nur deshalb, da unter diesen Verhältnissen ein langsames Wachstum der Kultur möglich ist. Es muß hervorgehoben werden, daß man beim Überimpfen viel leichter ein positives Resultat bekommt, wenn man das Material in flüssigen serumhältigen Agar versetzt, als durch Einführung desselben Materials mittelst einer kapillaren Pipette in gleichen jedoch schon erstarrten Nährboden. Bei Zimmertemperatur stirbt der Bazillus rascher ab, eine 5-wöchentliche Kultur auf schräg erstarrtem Agar und in Zuckerbouillon im Vakuum ließ sich nicht mehr überimpfen.

Der Bazillus ist gegen Einwirkung höherer Temperaturen sehr empfindlich. Schon eine 1—2 Minuten einwirkende Temperatur von 55° bringt die meisten Bazillen zum Absterben. Es wurde das auf diese Weise konstatiert, daß man sehr reichlich in Zuckeragar mit Serum bei 55° impfte und den Nährboden erst nach 1 Minute abkühlte. Man bekam nur wenige Kolonien. Die bei 52·5°, 50°, 47·5°, 45°, 42·5° geimpften Kontroll-Röhrchen wiesen zahlreiche Kolonien auf.

Die Empfindlichkeit gegen Lufteinwirkung scheint nicht beträchtlich zu sein: der Mikroorganismus übersteht sehr gut ein $^1/_2$-stündiges Schütteln in destilliertem Wasser.

Wachstumsbedingungen. Es sind hier Körpertemperatur, Anwesenheit des Serums und Abwesenheit des Sauerstoffs zu nennen.

Die Unentbehrlichkeit des Serums kann man auf die Weise konstatieren, daß man in drei Röhrchen impft (die zugleich 3 Verdünnungen darstellen); die ersten zwei Röhrchen enthalten Zuckeragar, der dritte Zuckeragar mit Serum. In der ersten Verdünnung können wohl einige Kolonien auftreten und zwar deshalb, weil man eine

gewisse Beimischung des Serums mit dem eingeimpften Materiale (man impft immer aus Zuckeragar mit Serum) nicht vermeiden kann; da aber die Menge des Serums nicht ausreichend ist, so gestaltet sich das Wachstum der Kolonien nicht typisch (Fig. 10). Das zweite Röhrchen bleibt steril, das dritte weist typische und sehr zahlreiche Kolonien auf, obwohl hier die Menge der eingeimpften Bazillen am geringsten war.

Der Mikroorganismus ist ein strikter Anaërobe: in durch Mischung geimpftem Zuckeragar mit Serum entwickeln sich die Kolonien nur in der Tiefe von 1—2 cm unterhalb der Oberfläche angefangen (Fig. 9: im unteren Teile reichliche Kolonien, der obere Teil kolonienfrei). In gleicher Höhe hört auch das Wachstum bei Impfung durch Einstich auf. Im folgenden spreche ich von dem oberen Teile der Agarsäule, in welchem die Kolonien nicht aufkommen, als von sauerstoffhältiger, dagegen von dem unteren Teile, in welchem die Entwickelung der Kolonien möglich ist, als von sauerstofffreier Zone.

Beschreibung der Kulturen. In bei 100° flüssig gemachtem, bei 55° mit Serum versetztem, bei 40—55° durch Mischung geimpftem, dann schnell durch Abkühlung zur Erstarrung gebrachtem Zuckeragar entwickeln sich in der Tiefe, gewöhnlich 12—15 mm unter der Oberfläche des Agars angefangen, mehr oder weniger zahlreiche Einzelkolonien.

Bei sehr dicht gedrängten Kolonien kann man schon nach 24 Stunden in der sauerstofffreien Zone eine Trübung des Nährbodens bemerken, welche sich bei Anwendung einer schwachen Vergrößerung in einzelne, sehr kleine, etwa 0,03 mm im Durchmesser betragende, rundliche und ziemlich durchsichtige Kolonien auflösen läßt. Die Kolonien vergrößern sich unbedeutend in den folgenden Tagen, ihr Durchmesser kann 0,10—0,15 mm erreichen, sie werden dabei fein granuliert, weniger durchsichtig, und sind manchmal mit feinen haarförmigen Ausläufern bedeckt. Die Kolonien, welche sich an der oberen Grenze der sauerstofffreien Zone befinden, entwickeln sich oft viel besser als die in der Tiefe gelegenen, wahrscheinlich deshalb, da nach oben keine Kolonien vorhanden sind, welche ihnen Nährstoffe entziehen und sie durch Stoffwechselprodukte in ihrer Entwickelung hemmen könnten. Sie fallen schon makroskopisch als ein Ring von intensiverer Trübung auf,

und erst oberhalb dieses Ringes ist der Nährboden ganz durchsichtig und kolonienfrei.

Sind die Kolonien mehr zerstreut, so können sie im Laufe mehrerer Tage größere Dimensionen erreichen. Ihr Durchmesser kann dann 0,6—0,8 mm (Fig. 9), 0,9 mm (Fig. 11) betragen und selbst wenn im Röhrchen nur einige Kolonien auftauchen, im Laufe einiger Wochen bis auf 2 mm (Fig. 12—14) anwachsen. Größere Kolonien sind entweder kugelförmig, oder häufiger ist ihre Oberfläche höckerig und dabei glatt oder mit kurzen haarförmigen Ausläufern bedeckt. Makroskopisch sind sie gelblichgrau und fast gänzlich undurchsichtig. Außer großen Kolonien sieht man manchmal später sich auch kleinere entwickeln (Fig. 11).

Die Kolonien aus dem mit der sauerstoffhältigen Zone grenzenden Ringe weisen manchmal spezielle Eigenschaften auf. Es ist vorläufig unbekannt, von welchem Umstande die Ausbildung dieser Eigenschaften abhängig ist, denn selbst bei einer und derselben Aussaat in einige Röhrchen kann man in einem Röhrchen ihre Entwickelung beobachten, in dem anderen dagegen nicht. Ungefähr vom 5. Tag angefangen beginnt die Kolonie, sich mit haarförmigen in Bündel gruppierten Ausläufern, und zwar hauptsächlich auf der Seite der freien Agarfläche zu bedecken. Die Bündel wachsen (Fig. 12—14) und fließen nach oben je nach der Größe der Kolonie im Laufe von ein- bis zwei Monaten in ein himmeltragartiges, feinkörniges, halbdurchsichtiges gegen die freie Agarfläche eine scharfe Grenze besitzendes Gebilde zusammen (Fig. 9 und 14).

In Zuckeragar ohne Serumzusatz entwickeln sich selbst bei Impfung mit reichlichem Materiale nur vereinzelte und anders als die beschriebenen aussehende Kolonien. Nur ihr Kern erweist sich ziemlich kompakt, ringsherum um denselben findet man sich nach allen Seiten hin in dünne Ausläufer verzweigende Bündel (Fig. 10). Das Aussehen der Kolonie könnte man mit einem Moospartikelchen vergleichen.

Auf schräg erstarrtem Zuckeragar mit Serum im Vakuum erhält man bei reichlicher Impfung z. B. mit der Kondensationsflüssigkeit, in welcher sich der Bazillus bereits entwickelt hat, einen gleichmäßigen, graulichen, ziemlich durchsichtigen, bei schwacher Vergrößerung feinkörnigen Belag. Man kann auch Einzelkolonien erhalten. Ihr Durchmesser beträgt 0,5—1,5 mm, sie sind ziemlich dünn und durchsichtig. Streptokokkenkolonien ähnlich. Ihre Kon-

turen sind wellenförmig und die Oberfläche mit feinen Adern versehen, wie ich das an meinen ersten Kulturen gesehen habe, oder aber sind sie kreisförmig und die Oberfläche glatt, wie es bei den anderen Kulturen der Fall war.

In Zuckerbouillon kann man das Wachstum entweder im Vakuum oder auf die Weise bekommen, daß man die Bouillon auf 100° erwärmt, bei 55° mit Serum versetzt, mittels einer bauchartig aufgeblasenen Pipette unter Zuckeragar einführt, den Nährboden auf 24 Stunden in den Thermostaten setzt und dann mittels einer Pipette durch den Agar einimpft.

Man bekommt schon nach 24 Stunden einen mäßigen, sandartigen, sich beim Schütteln in Klümpchen erhebenden Bodensatz, die Bouillon bleibt durchsichtig. Die Menge des Bodensatzes wächst dann noch einige Tage lang.

In Milch habe ich die Entwickelung bis jetzt nicht beobachtet.

Chemische Leistungen. Der Mikrob fermentiert die Glukose nicht, er entwickelt keine Gasblasen; die Kulturen haben aber einen charakteristischen, widerlichen, schwer zu bezeichnenden Geruch.

Parthogenität. Mit den Kulturen sind 8 weiße Mäuse, 2 Meerschweinchen und 1 Kaninchen geimpft worden.

Zwei Mäuse haben subkutan 0,20 und 0,70 cm³, zwei andere intraperitoneal 0,15 und 0,30 cm³ von 4-tägiger Serumagarkultur bekommen. Alle sind im Laufe von ein bis dreizehn Tagen eingegangen. An der Impfungsstelle konnte man noch Agarklümpchen und hauptsächlich degenerierte schwer färbbare, nur einige dünklere Pünktchen aufweisende Bazillen konstatieren. In den inneren Organen konnten keine ausgeprägten Veränderungen festgestellt werden. Die Kulturen aus der Impfungstelle und aus dem Blute der Tiere fielen negativ aus.

Vier Mäuschen haben teils intraperitoneal 0,20—0,50 cm³ teils subkutan 0,30—1,0 cm³ von viertägiger Kultur in Zuckerbouillon mit Serum bekommen. Sie gingen durchgehends nach $1^1/_2$—10 Tagen ein. Es ließen sich keine Veränderungen an der Injektionsstelle, oder in den inneren Organen konstatieren. An der Impfungsstelle konnte man die Anwesenheit des fusiformen Bazillus, selbst bei demjenigen Mäuschen, welches mit 0,20 cm³ Kulturflüssigkeit intraperitoneal geimpft worden und nach $1^1/_2$ Tagen eingegangen war, weder mikroskopisch noch kulturell nachweisen.

Ein 500 gr. schweres Meerschweinchen, welches von derselben Bouillonkultur 1,5 cm³ subkutan bekommen hatte, ging nach einem Monate, ein anderes, 600 gr. schweres, dem intraperitoneal 1,2 cm³ eingeführt worden war, nach einem Monate und 5 Tagen ein. An beiden Versuchstieren konnte man in den inneren Organen keine makroskopisch sichtbaren Veränderungen konstatieren, bei beiden hat sich eine bedeutende Abmagerung eingestellt; so wog das zweite nach dem Tode nur 330 gr.

Ein weißes, 2070 gr. schweres Kaninchen bekam subkutan am Ohre 1,2 cm³ von derselben Bouillonkultur eingespritzt. Am nächsten Tage war das Ohr geschwollen und die Lokaltemperatur erhöht. Am dritten Tage konnte man aus dem Impfungskanal einige Tröpfchen dicken Eiters auspressen. Durch mikroskopische Untersuchung des Eiters wurden Eiterkörperchen nachgewiesen, von denen manche möglicherweise von den Bazillen stammende Körnchen enthielten. Mit völliger Sicherheit konnten jedoch Bazillen weder intra- noch extrazellulär festgestellt werden. Die örtlichen Entzündungserscheinungen begannen nach einigen Tagen zurückzutreten und verschwanden dann mit Hinterlassung einer kleinen Narbe. Das Allgemeinbefinden schien nicht verändert zu sein, und das Körpergewicht hat selbst im ersten Monate um 80 gr. zugenommen. Später begann aber die Ernährung schlechter zu werden und, als nach $2^1/_2$ Monaten nach der Impfung das Tier eingegangen war, betrug sein Gewicht 1220 gr. In den inneren Organen fanden sich keine auffallenden Veränderungen, nur der Herzmuskel war blaß und matt.

Aus diesen Versuchen könnte man wohl den Schluß ziehen, daß der fusiforme Bazillus die Versuchstiere durch Intoxikation tötet, wozu er aber manchmal längere Zeit braucht, daß er bei manchen Tieren, und zwar bei dem Kaninchen, imstande ist lokale Eiterung hervorzurufen, und daß er im Organismus der Tiere sehr bald zu grunde geht.

Die Einführung der Reinkulturen in die Mundhöhle der Kinder und die Einreibung derselben in die Schleimhaut mittelst sterilisierter Tupfer hat ein negatives Resultat ergeben. Es war das übrigens vorauszusehen in Anbetracht dessen, daß der fusiforme Bazillus ein normaler Bewohner der Mundhöhle ist, und daß es anderen Autoren nicht gelungen ist, durch Einführung der von Stomatitis ulcerosa stammenden Beläge Veränderungen dieser Krankheit hervorzurufen. Es ist augenscheinlich zur Entwickelung derselben noch

die Herabsetzung der Widerstandsfähigkeit der Schleimhaut auf Grund allgemeiner Zustände oder solcher örtlichen Vorgänge wie Zahnung, Reizung durch die scharfe Kante eines karietischen Zahnes, unumgänglich nötig.

Aus der Universitätskinderklinik des Prof. Jakubowski und der bakteriologischen Anstalt des Prof. Nowak in Krakau.

Literatur.

1. Bernheim: Über einen bakteriologischen Befund bei Stomatitis ulcerosa (Centrbl. f. Bakter. XXIII. Bd. 1898).

2. Ellermann: Über die Kultur der fusiformen Bazillen. Vorläufige Mitteilung (Centrbl. f. Bakter. I. Abt. Orig. 1904, XXXVII. Bd., pag. 729).

3. Lewkowicz: O czystych hodowlach prątka wrzecionowatego, zarazka wrzodnego zapalenia jamy ustnej. Vorläufige Mitteilung (Przegląd lek. 1903, pag. 197, Referat in Bulletin de l'Institut Pasteur, tom I. 1903, pag. 825).

4. Miller 1883, zitiert nach Plaut.

5. Plaut: Studien zur bakteriellen Diagnostik der Diphtherie und der Anginen (Dtsch. med. Woch. 1894, Nr. 49).

6. Rist: Neue Methoden und neue Ergebnisse im Gebiete der bakteriologischen Untersuchung gangrenöser und fötider Eiterungen (Centrbl. f. Bakter. I. Abt. 1901, Bd. XXX, Nr. 7).

7. Verneuil und Clado zitiert nach Miller und Plaut.

8 Veillon und Zuber: Recherches sur quelques microbes strictement anaérobies et leur rôle en pathologie (Arch. de Méd. expér. et d'Anat. path. 1894, Nr. 4).

9. Vincent: Sur l'étiologie et sur les lésions anatomo-pathologiques de la pourriture d'hôpital (Annales de l'Inst. Pasteur 1896, Nr. 9).

10. Vincent: Sur une forme particulière d'angine diphtéroïde (angine à bacilles fusiformes), (Société méd. des Hôpitaux, 17 mars 1898).

11. Vincent: A propos de l'angine à bacilles fusiformes. Question de priorité (Soc. méd. des Hôpitaux, 25 novembre 1904. Ref. La Presse méd. 1904, p. 767).

12. Vincent: Etiologie de la stomatite ulcéro-membraneuse primitive (Soc. de Biol. 20 févr. 1940. Ref. La Presse méd. 1904, pag. 135 und Bullet. de l'Inst. Pasteur 1904. Tom II. pag. 340).

Erklärung der Tafel.

1. Belag aus einem Falle von Stomatitis ulcerosa, 1000 : 1.

2. Bacillus fusiformis, 24-stündige Kultur in Zuckeragar mit Serum, Impfung durch Einstich, 1000 : 1.

3. Derselbe, eine 2-tägige Kultur in Zuckeragar mit Serum, eine Kolonie 1000 : 1.

4. Derselbe, eine 3-tägige Kultur in Zuckeragar mit Serum, Einstich, 2000 : 1.

5. Derselbe, eine 4-tägige Kultur in Serumzuckeragar, eine Kolonie, 1000 : 1.

6. Derselbe, eine 5-tägige Kultur in Serumzuckeragar, eine Kolonie, 1000 : 1.

7. Derselbe, eine 6-tägige Kultur in Serumzuckeragar, Einstich, 2000 : 1

8. Derselbe, eine 12-tägige Kultur in Serumzuckerbouillon, ein mit destilliertem Wasser ausgewaschenes Klümpchen, 2000 : 1.

1—8. Die Färbung mit erwärmter alkoholischwässeriger Fuchsinlösung.

9. Bacillus fusiformis, eine einmonatliche Kultur in Zuckeragar mit Serum, die Grenze der sauerstofffreien und sauerstoffhältigen Zone, nur in den ersten (der untere Teil der Figur) Kolonien, 10 : 1.

10. Derselbe, eine 2-wöchentliche Kultur in Zuckeragar ohne Serum, eine Kolonie aus der Tiefe, 10 : 1.

11. Derselbe, eine 2-wöchentliche Kultur in Serumzuckeragar, eine große Kolonie aus der Tiefe, daneben kleinere Kolonien, 15 : 1.

12—14. Derselbe, eine Kolonie 2 cm. unterhalb der freien Oberfläche des Serumzuckeragars, 12 : zwei Wochen, 13 : einen Monat, 14 : zwei Monate alt. 10 : 1.

---

63. M. EUGÈNE ROMER. **Epoka lodowa na Świdowcu.** ***(Die Eiszeit im Świdowiecgebirge, Ostkarpaten).*** *(Époque glaciale dans les monts Świdowiec, Carpathes d'est).* Mémoire présenté par M. L. Szajnocha m. t.

Seit der Notiz von Paul und Tietze vom J. 1877 über Gletscherspuren an der nördlichen Abdachung der Howerla (2058 m) hat sich kein Forscher mit der Eiszeit in der Flyschzone der Karpaten befaßt. Das Gesetz von Partsch (1882), betreffend das Ansteigen der diluvialen Firngrenze in Europa von W. gegen O., welches durch neue Glazialstudien auf großem Gebiete Europas vollauf bestätigt wurde, schien jedes Suchen nach Gletscherspuren in den außerhalb der Czarnohora ausnahmsweise 1800 m erreichenden Höhen des karpatischen Flysches völlig aussichtslos zu machen.

Das Świdowiecmassiv bildet eine orographische Fortsetzung der Czarnohora gegen W. Seine Haupterhebung stellt einen gebrochenen, gegen S. geöffneten, bogenförmigen, massigen Wall dar. Derselbe hat eine überaus schwach entwickelte Kammlinie. Mit Ausnahme der sö. Kulmination des Rückens, die die Höhen von 1878 und 1883 m erreicht, beträgt die Kammhöhe ungefähr 1700 m., wogegen die Schartung nicht über 50 m hinausgeht.

Im Świdowiec (den niedrigeren, westlichen Teil habe ich nicht begangen) fand ich 14 karähnliche Trogtalschlüsse. (1 gegen NW, 4 : N, 3 : NO, 4 : O, 2 : SE). Außerdem bemerkte ich im oberen Turbattale einige Kare mit nördl. Exposition. Die Prädisposition der N- und O-Hänge zur Karbildung dürfte nicht nur durch Temperaturverhältnisse, sondern auch durch Anhäufung von Schneemassen im Windschatten bei herrschenden SW.-Winden erklärt werden.

Die Grundlage zum Studium der Eiszeit im Świdowiec boten mir vor allem ca 400 Höhepunkte, die tachymetrisch oder barometrisch in der Zeit vom 6—17. VI. 1905 von mir gemessen wurden. Mehrere darauf basierte Längs- und Querprofile (1 : 10.000) und drei schematisehe Kärtchen 1 : 15.000 ermöglichten mir die Rekonstruktion von fünf diluvialen Świdowiec-Gletschern. Es folgen die Dimensionen derselben:

Exposition	Name des Tales	Gletscher-Niveau Oberes	Gletscher-Niveau Unteres	Länge	Größte Breite	Größte Mächtigkeit	Querschnitt-Fläche
N.	Apszyniec W.	1600	1150	1800	1000	130	59.000
	Apszyniec O.	1580	1200	1700		75	24.000
	Worożeska	1580	1250	1450	650	110	52.000
O.	Dragobrat	1750	1125	2650	750	200	140.000
	Trufaniec	1770	1200	2000	500	135	80.000

Die Gletscher haben stufenförmige Trogtäler ausgearbeitet Man kann zwei Typen derselben unterscheiden:

I. Die Täler erreichen ihre größte Breite im oberen Karniveau, ihre Terrassen unter der Karstufe sind schwach entwickelt (Worożeska, Trufaniec und Apszyniec W.).

II. Die Täler erreichen ihre größte Breite erst in dem unteren, deutlicher terrassierten Teile (Apszyniec O., Dragobrat).

Die Stufen finden ihre Erklärung entweder im Gesetze der Querprofile von Penck (J. of Geol. 1905, Nr. 1) und weisen Gebiete der Eiszuflüsse auf, oder sind auf Rückzugsphasen der Gletscher zurückzuführen. Die ersten sind im Świdowiec besser entwickelt, als die an zweiter Stelle genannten.

Da keine Ursache vorliegt, welche die Übereinstimmung der Stufen-Niveaus benachbarter Täler erklären könnte, und die mangelhafte Verzweigung der Świdowiectäler die Zunahme der Eismächtigkeit auf einfachem Wege ausschließt, so folgere ich daraus:

Die unteren Stufen der Täler Dragobrat und Apszyniec O. sind durch Zufluß von Eismassen über den sie von den Nachbartälern scheidenden Rücken übertieft oder erweitert worden. Eine Reihe von morphologischen Details rechtfertigt diese Annahme oder kann erst durch dieselbe erklärt werden. Ich nenne z. B. die Einengung des Trufaniectales in demselben Niveau, in welchem das Dragobrattal breiter und tiefer wird. Der die beiden Täler scheidende

Dragobrat-Wall könnte wegen seiner glatten Formen als ein Riesen-Rundhöcker gedeutet werden; es fehlt ihm auch nicht an einer paßähnlichen Einschnürung an Stelle einer vorschreitenden Gletscherzunge. Die Morphologie des Ost-Apszyniectales unterhalb 1450 m, ja das Hinabsteigen dieses Gletschers bis 1200 m ist ohne obengenannte Annahme durchaus unerklärlich.

Die mannigfachen Formen der Świdowiectäler dürften zumeist der Erosionstätigkeit der Gletscher zugeschrieben werden, Zeichen glazialer Akkumulation sind außerordentlich selten, nur im Trufaniectale scheinen die Grundmoränenbildungen, im Dragobrattale die Endmoränen besser entwickelt zu sein.

Was die Karbildung anbelangt, so kann man im Świdowiec einfache und zusammengesetzte Kare unterscheiden. Dem ersten Typus entsprechen die östl. exponierten Kare der Bliźnica, dem anderen die nördlichen Kare. Der Unterschied beruht darauf, daß statt der gleichmäßig steilen Hinterwand der ersten dieselbe in den letzten durch Terrassen und höher gelegene Nischen unterbrochen erscheint. Diesen Unterschied in der Formbildung bringe ich in ursächlichen Zusammenhang mit der Höhe der Karböden: 1580—1600 m in den einfachen Karen der östl. Hänge, 1450—70 m in den zusammengesetzten, nördl. exponierten Karen. Die Differenz der Kar-Niveaus ist aber nicht durch analoge Verschiebungen in der Firngrenze bedingt. Dieselbe wird bekanntlich durch die Mittelhöhe zwischen der des Gletscherendes und der der Kammumrahmung angezeigt, nach Kurowski ist dagegen die Firngrenze gleich der mittleren Höhe der Gletscheroberfläche. Beide Methoden ergeben übereinstimmende Werte. Die Firngrenze beträgt demnach bei den Gletschern: Apszyniectäler: 1430, Worożeski: 1480, Bliźnicatäler: 1500 m. Bedenkt man, daß die zwei letzten wenig voneinander abweichenden Werte beiden Expositionen entsprechen, so kann man denselben keinen nennenswerten Einfluß auf die Höhe der Firngrenze zuschreiben. Für die Apszyniectäler brachten diese Methoden die niedrigsten Werte, berücksichtigt man dagegen, daß das Niveau des Gletscherendes nur in den Apszyniectälern beobachtet wurde, so wird man den Unterschied in der Bestimmung der Firngrenze zuerst der ungenauen Bestimmung des unteren Gletscherniveaus zuschreiben müssen. Da die Auffindung des Gletscherendes speziell in bewaldeten Gebieten zumeist großen Schwierigkeiten unterworfen ist, so schlage ich vor, die mittlere Höhe der breitesten Stelle des

Taltroges, besonders bei kleinen Kargletschern als Firngrenze zu betrachten. Ich war in der Lage, nicht nur die Höhe der breitesten Stelle, sondern auch der der mächtigsten Eisentwickelung bestimmen zu können. Diese Methoden ergaben für die Firngrenze folgende Werte: 1440 in den Apszyniectälern, 1460 im Worożeskatale und 1470 in den Bliźnicatälern. Da diese Ergebnisse auch dem niedrigsten Karniveau des ganzen Gebietes entsprechen, so halte ich die Höhe von 1450 für den für die Firngrenze im Świdowiec sichersten Wert.

Entsprechen die Karbodenhöhen nicht der Firngrenze, so können sie nur in dem glazialen Erosionsprozesse unter Berücksichtigung der allgemeinen hypsometrischen Verhältnisse des Gebietes eine genügende Erklärung finden. Konnte ich doch feststellen, daß das obere Gletscherniveau, der Kammumrahmung entsprechend, in den nördlichen Tälern 1600 m, in den östlichen über 1750 m Höhe betragen hatte; die Entfernung dieser Niveaus von der Firngrenze betrug also im ersten Falle nur 150 m, im zweiten Falle 300 m; hat die Erosion der östlichen Gletscher diesen Höhenunterschied noch nicht bewältigt, so lag die Ursache dafür nur in der den beiderseits exponierten Gletschern gleichen Zeitfunktion. Die Karböden der nördlichen Gletscher haben die Firngrenze schon erreicht. Die Firngrenze bildet aber eine wichtige Scheide für die glaziale Erosion; an der Tiefenerosion verhindert, haben die nördlichen Gletscher eine rückwärts- und seitwärts-schreitende Erosion ausgeübt. Dies ist die wahrscheinliche Ursache der Karformen, die ich im Świdowiec feststellen konnte.

Außerdem haben sich an der Bildung der nördlichen Kare die Gletscher der älteren Periode beteiligt. Die zwei Trogböden des Worożeskatales sind ganz unzweideutige Spuren doppelter Vergletscherung. Die Übertiefung des jungeiszeitlichen Trogbodens beträgt dort in der Nähe des Hauptkammes 100—130 m.

Die ältere Eisperiode fand im Świdowiec eine außerordentlich schwach modellierte Gebirgsmasse, eine wahrscheinlich alte Landschaft vor. Auf dem ganzen von mir untersuchten Gebiete stellt das Worożeskatal die einzige Spur altglazialer Talerosion, also auch voraltglazialer Erosion, durch fließende Gewässer dar. Außerdem habe ich wohl auch einige Anzeichen verhältnismäßig mächtiger altglazialer Talbildung im Kraczunieski-Kessel gefunden.

Während des Altglazials sind die weniggegliederten breiten

Rücken der Świdowiecmasse mit Gehänge-Eismantel bedeckt worden. Solche Gletscher hatten eine Flächenerosion zur Folge, diese ist also aus den jetzigen Formen schwer zu erkennen. Im Niveau der größten Mächtigkeit des Eismantels ist aber am Gehänge eine Längsstufe entstanden, welche sich in der Länge von einigen km an den NW.- und SO.-Hängen des Rückens Tatulska (1774) und Menczul (1506) ununterbrochen hinzieht. An den bedeutend mächtigeren Gehängen des Rückens Stik (1707), Bliźnica (1878) hat im Interglazial und Jungglazial energische Talbildung stattgefunden. Die Längsleiste ist dadurch teilweise zerstört worden. Die stufenförmigen Quer-Rücken, welche einzelne Jungglazial-Täler voneinander scheiden, ermöglichen aber deren Rekonstruktion. Aus mehreren Messungen läßt sich folgende Übersicht machen:

	Längsstufe	Querstufen		
		I.	II.	III.
Mittl. Höhe	1390	1350	1460	1560

Die Längsstufen und die I. Querstufe entsprechen einander und sind Folgen der ersten Vergletscherung, die III. Querstufe entspricht wohl der Tätigkeit des Jungglazials an den durch Täler ungegliederten Gehängen, die II. Querstufe befindet sich in der Höhe der jungglazialen größten Gletscher-Entwickelung und Bifurkation.

Die Firngrenze des Altglazials befand sich etwa in der Höhe von 1300 m. Die Parallelisierung der beiden Świdowiec-Eiszeiten mit der Riß- und Würm-Eiszeit in den Alpen finde ich als wahrscheinlich.

Da ich die isolierten Höhen, die das Theißtal begleiten, ganz hypothetisch als Reste der altglazialen Oberfläche betrachte, so lassen sich daran folgende hypsometrische Betrachtungen anknüpfen. Die Größe der Theißerosion von der altglazialen Zeit an gerechnet, beträgt: *a*) im unteren Teile, bei der Mündung des Świdowiecbaches 4—500 m, *b*) bei der Mündung des Apszyniecbaches 2—250 m, *c*) bei den Theißquellen 150 m. Die angenommene altglaziale Oberfläche erleidet eine bedeutende Unterbrechung nur an der Mündung des Stanisławabaches im Becken von Körösmezö, also gerade an der Stelle, wo die Annahme eines größeren altglazialen Tales als wahrscheinlich gemacht wurde. Dies, ebenso wie der Betrag der Theißerosion in dem Quellengebiete, der der Übertiefung im Worożeskatale nahe kommt, bestätigen die Hypothese von der durch isolierte Höhenkuppen angezeigten altglazialen Oberfläche.

Wenn wir diese Erhebungen mit den nächstgelegenen Punkten des Hauptkammes verbinden, bekommen wir das Gefälle der altglazialen Oberfläche. Und da zeigt sich eine auffallende Übereinstimmung, die ein beredtes Zeugnis von der gewaltigen Monotonie der altglazialen Oberfläche ablegt. Das Gefälle derselben betrug 5°, die dieselbe kreuzenden breiten Rücken hatten ein mittleres Gefälle von 8°. Seit der altglazialen Zeit sind die orographischen Grundlinien die gleichen geblieben, die Landschaft bekam aber eine reichere Modellierung, ist jünger geworden. Die Ursache dafür liegt nicht nur in klimatischem Wechsel, die Verschiebung des unteren Denudation-Niveaus, die für Świdowiec jetzt das Theißtal darstellt, hat das wesentlichste getan. In der altglazialen Oberfläche ist keine Spur vom Theißtale sichtbar, ihr Durchbruch unterhalb Körösmezö scheint jungglazialen Alters zu sein. Diese Ergebnisse stimmen mit den Studien von Schafarzik über das Alter des Donaudurchbruches im Eisernen Tore überein, beide unterstützen sich gegenseitig.

---

64. M. J. HIRSCHLER. **Badania embryologiczne nad motylem Catocala nupta L. (Lepidoptera).** *(Embryologische Untersuchungen an Catocala nupta L. [Lepidoptera]).* *(Recherches embryologiques sur Catocala nupta L. [Lepidoptera]).* Mémoire présenté par M. J. Nusbaum m. c.

Da in der letzten Zeit eine Reihe von Forschern wie Eschrich[1]), Noack[2]), Dickel[3]), Schwangart[4]) u. A. in ihren Arbeiten zu diametral entgegengesetzten Resultaten wie auch theoretischen Betrachtungen gelangt sind als Heymons[5]), Czerski[6]),

[1]) Eschrich K. Über die Bildung der Keimblätter bei den Musciden. Nova Acta Ac. Leop. Carol. 1900

[2]) Noack W. Beiträge zur Entw. der Musciden. Zeitschr. Wiss. Zool. Bd. LXX, 1901.

[3]) Dickel O. Entwickl. Studien am Bienenei. Zeitschrift Wissen. Zool. Bd. LXXVII, 1904.

[4]) Schwangart F. Studien zur Entodermfrage bei den Lepidopteren. Zeit. Wiss. Zool. LXXVI, 1904.

[5]) Heymons R. Die Embryonalentw. von Dermapteren u. Orthopteren. Jena, 1895.

Idem. Entwickl. Unters. an Lepisma saccharina. Zeitsch. Wiss. Zool. 1897.

[6]) Czerski St. Die Entwickl. der Mitteldarmanlage bei Meloe violacea Marsh. Polnisches Archiv f. biol. u. medizin. Wissensch. Lemberg, 1904.

Rabito[1]), Lécaillon[2]), Toyama[3]) u. A., scheinen weitere Forschungen auf dem Gebiete der Insektenembryologie sehr erwünscht und interessant zu sein. Da die genannten neuen Betrachtungen wie auch Beobachtungen sich auch mit der Ontogenie der Lepidopteren befassen, über welche es bekanntlich im Vergleiche mit anderen Insektengruppen nur eine recht bescheidene Literatur gibt, nahm ich mir vor, mich mit derselben zu beschäftigen, wobei ich zum Studiumobjekt Catocala nupta L. wählte. Die Wahl erschien mir in diesem Falle darum besonders angezeigt, weil bis jetzt nur Pieriden, Sphingiden, Zygaeniden und Bombyciden embryologisch untersucht wurden, die Noctua vollkommen unbearbeitet blieben. Das Material konservierte ich in 5-tägigen Zeitabschnitten, was in Anbetracht der langen Entwicklungsfrist ausreichend war. Als Fixierungsmittel gebrauchte ich mit gutem Erfolge 3% wässerige Salpetersäure, wonach die Eier nach bekanntem Verfahren in Paraffin eingebettet wurden. Zur Färbung verwendete ich Parakarmin, Eisenhämatoxylin und manche andere Farbstoffe. Zur Erhaltung einer farbigen Differenzierung der Keimstreife, wodurch das Herstellen beliebig orientierter Schnitte ermöglicht wurde, gebrauchte ich Thionin und Parakarmin. Eine eingehende Beschreibung der Anwendungsmethode behalte ich mir für später vor.

Während meiner Untersuchungen lenkte ich besondere Aufmerksamkeit auf das wichtigste und strittigste Problem, nämlich auf die Bildung des Mitteldarms; dabei mußte ich mich aber, um diesen Prozeß verfolgen zu können, eingehend mit der in unserem Falle ziemlich komplizierten Keimumlagerung befassen, wobei ich auch einige Befunde über die Abdominalorgane und den Rückenabschluß sammelte. Bevor wir auf die Keimumlagerung eingehen, müssen wir die zum Verständnis derselben nötige Form des Eies kennen lernen. Das Catocala-Ei gleicht in seiner Gestalt einem kleinen Brotleibe (F. I); wir können daran eine obere gewölbte und eine untere ebene Oberfläche, auf der das Ei liegt, unterscheiden. Beide Oberflächen treffen sich in einer stumpf abgerundeten Kante;

[1]) Rabito L. Sull'origine dell'intestino medio nella Mantis religiosa. Natur. Sicil. Ann. 2, 1898 (mir nur aus dem Referate bekannt).

[2]) Lécaillon A. Rech. sur l'oeuf et sur le dével. embryonnaire de quelques Chrysomélides. Paris, 1898.

[3]) Toyama K. Contrib. to the Study of Silkworms I. Bull. College of Agricultur Tokyo, Imper. University, 1902 (mir nur aus dem Referate bekannt)

in der Mitte der gewölbten Oberfläche liegt der Micropyle-Apparat. Die Umlagerung des Keimstreifs wird durch das folgende Schema (F. II) veranschaulicht. Hierin sind die einzelnen Stadien mit arabischen Zahlen bezeichnet, jedes Stadium besteht aus zwei Abbil-

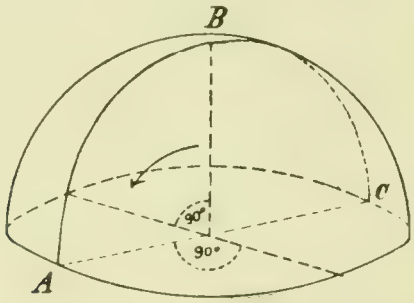


Fig. I. Schema zur Erläuterung der Eiform von Catocala nupta.

dungen, von denen die mit *a* bezeichnete uns die Ansicht von der basalen (flachen) Oberfläche, die mit *b* die seitliche Ansicht darstellt. Die schwarze Linie stellt uns das Nervensystem dar, wodurch eben klar die Ventralseite von der Rückenseite unterschieden werden kann; das verdickte Ende ist das Kopfende. Alle punktierten Linien deuten uns verdeckte und durchleuchtende Teile des Embryos an. Auf dem genannten Schema sehen wir bei 1 den jungen Keimstreif mit seinem größten vorderen Körperteile der Basalfläche anliegen, nur das hintere Ende ist in den Dotter vertieft und gekrümmt. In diesem Stadium ist das Amnion noch in der vorderen Region auf einer kleinen Strecke hinter dem Kopfende nicht geschlossen. Nach vollzogener Schließung der Amnionfalten legt sich der Keimstreif mehr immers und es erfolgt bald darauf eine Drehung, wie sie uns das Stadium bei 2 darstellt. Wir sehen ihn (2 *a*) stark gekrümmt, mit seiner Ventralseite der gewölbten Oberfläche des Eies zugekehrt. In dieser Lage verweilt der Keimstreif sehr lange, es entwickelt sich jetzt das Stomodeum und Proktodaeum, auch die Mitteldarmlamellen werden angelegt, alle Extremitäten kommen zum Vorschein. Danach macht der Keimstreif eine Drehung um etwa 90° Grad nach links. Wenn uns also in F. I die Fläche *ABC* die Medianfläche des Keimstreifs, und der Punkt *A* das Kopfende darstellt, so vollzieht sich die Drehung in der mit

dem Pfeile bezeichneten Richtung, so daß wir in F. II 3 *a* von der Basalfläche aus dasselbe Bild erblicken, wie wir es in Fig. II 2 *b* von

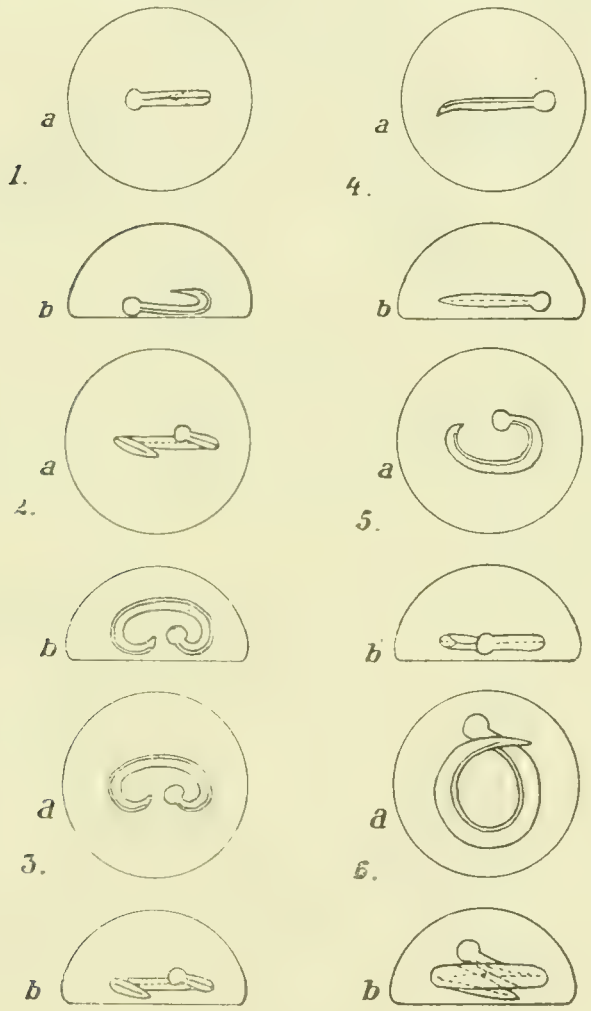


Fig. II. Schema zur Erläuterung der Blastokinese.

der Seite gesehen haben. In dieser Lage wird die dorsale Krümmung, um Heymons Bezeichnung zu gebrauchen, immer schwächer. Aus dieser stark gebogenen Gestalt geht der Keimstreif in eine leicht gebogene über, so daß er uns schließlich fast gerade gestreckt

erscheint (Fig. II 4). Aus dieser Lage findet ein weiterer Übergang in die Ventralkrümmnng statt (F. II 5), welche mit dem Wachstum des Embryos immer stärker wird, so daß wir vor der Ausschlüpfung des Embryos das in Fig. II 6 abgebildete Stadium bekommen. Wir sehen hier das Kopfende auf dem Hinterende liegen. Was uns bei dieser „Blastokinese" ins Auge fällt, das ist die ungemein stark im Verhältnis zu anderen Lepidopteren und auch zu vielen anderen Insekten ausgeprägte Krümmung, sowohl die dorsale, wie auch die ventrale, welche z. B. bei Bombryx, Pieris und Zygaena ziemlich schwach entwickelt ist. Außerdem sehen wir hier einen Fall, welcher, wie mir scheint, in der ganzen Insektenembryologie ziemlich vereinzelt steht, und zwar eben die Änderung der Keimstreifs-Medianebene, wie sie oben beschrieben wurde. Obwohl ich mich an dieser Stelle in theoretische Betrachtungen hinsichtlich der Keimstreifblastokinese nicht einlassen will, möchte ich nur auf die Änderung der Medianebene als auf ein Beispiel guter Anpassung hindeuten, wo der wachsende und immer mehr Raum einnehmende Keimstreif die größte gerade Ebene ausnützt, indem er sich der Basalfläche anlegt.

An die Blastokinese schließt sich innig der Rückenabschluß an, welcher hinsichtlich der Lepidopteren, seit Graber nicht in Betracht gezogen wurde; in älteren Stadien, in denen der Keimstreif die in Fig. II 2 *a* abgebildete Lage einnimmt, sind die Amnionfalten stark entwickelt und bilden einstweilen einen großen Teil des Rückens (Fig. III). Während aber in dem genannten Stadium die dorsale Nabelöffnung beinahe in der Mitte des Keimstreifs liegt, wird sie in älteren Stadien mehr nach dem Kopfende verschoben, was wir bei den gerade gestreckten Keimstreifen bemerken können. Von nun an beginnt, wie es aus der oben beschriebenen Blastokinese bekannt ist, der Keimstreif sich ventral zu krümmen und gleichzeitig damit bemerken wir ein schnelles Wachstum des Ektoderms in der Rückengegend. Die vorher von den Amnionfalten eingenommenen Rückenpartien machen dem heranwachsenden Ektoderm Platz. Dabei können wir eine sekundäre Verschiebung der Nabelöffnung nach hinten beobachten, welche dazu führt, daß wir die Nabelöffnung jetzt in der Gegend, wo der Mitteldarm in den Enddarm übergeht, antreffen. Diese Verschiebung der Nabelöffnung deutet darauf hin, daß in den jüngeren Stadien das Ektoderm des Keimstreifs schneller vom Hinterende aus voranwächst, in den älte-

ren aber schneller von dem Kopfende aus. In dem letztgenannten Stadium sehen wir die ganze Rückengegend des Embryos mit echtem Ektoderm bedeckt, welches hier so mächtig entwickelt ist, daß es sogar eine kurze Strecke in die Amnionfalten übergeht (Fig IV).

Fig. III u. IV. Schema zur Erläuterung des Rückenabschlusses.

Wir können also den Rücken des Embryo als ein rein ektodermales, nicht aber, wie Graber meint, entopygmales Produkt ansehen, was mit neueren analogen Angaben (Heymons u. A.) bei anderen Insekten übereinstimmt. Charakteristisch ist auch in unserem Falle der sehr spät, denn erst nach vollzogener Keimumrollung stattfindende Rückenabschluß, welcher bei manchen anderen, beide Keimhüllen behaltenden Insekten während des Übergangs von der Dorsal- in die Ventralkrümmung zustande kommt.

Wie schon oben erwähnt wurde, machte ich einige Beobachtungen hinsichtlich der auf dem Abdomen auftretenden Organe, wobei ich die größte Aufmerksamkeit dem ersten Abdominalsegmente widmete. Hier können wir gleichzeitig mit dem Auftreten der Thorakalextremitäten und der pedes spurii etwa in einer Reihe mit ihnen ein Paar zuerst seichter Ektodermeinstülpungen bemerken, welche sich später weiter vertiefen und zu sackförmigen Gebilden umwandeln. Das ektodermale Epithel dieser Einsenkungen ändert sich histologisch, die Zellen werden zylindrisch, auch die Kerne nehmen an Größe zu. Bald darauf beginnen sie sekretorisch zu fungieren, indem sie ein fädiges Sekret absondern, welches zuerst das Lumen des Säckchens erfüllt, dann aber sich auch über die Ventraloberfläche des Keimstreifs ergießt. Wir haben hier also mit typischen Drüsen zu tun, welche auch in zwei anderen Fällen entdeckt worden sind, nämlich von Wheeler bei Nepa und von Prof. Nusbaum bei Meloë. Solche Drüsen wurden, soweit mir die betreffende Literatur bekannt ist, bei den Lepidopteren noch niemals beschrie-

ben und sind als gleichwertig mit den drüsigen Organen beider vorher genannten Spezies anzusehen. Kurz vor dem Ausschlüpfen des Embryos verschwinden sie spurlos. Was die Homologie der genannten Drüsen mit ähnlichen Organen bei manchen Thysanuren und Myriopoden anbetrifft, so möchte ich sie als gleichwertig mit drüsigen Säckchen mancher Thysanuren (Machilis) und mit Ventralsäcken der Myriopoden deuten, wofür auch die von mir konstatierte Anwesenheit der sich an die Drüsen inserierenden Muskeln spricht, welche wahrscheinlich den bei den Thysanuren vorhandenen und hier das Einziehen der Drüsensäckchen bewirkenden Muskeln entsprechen. Diese Drüsen zeigen auch eine gewisse Ähnlichkeit mit den Borstendrüsen an den Parapodien der Anneliden.

Zur Beschreibung der Mitteldarmbildung übergehend, muß ich zuerst auf einige Vorgänge hinweisen, welche, wie mir scheint, etwas Licht auf dieses Problem werfen werden. Es handelt sich nämlich um die Bildung des unteren Blattes. Das jüngste Stadium, welches ich beobachten konnte, stellte sich folgendermaßen dar: Während am hinteren Ende des Keimstreifs das untere Blatt fast abgeschnürt war, konnte ich in dessen mittleren und vorderen Regionen eine deutliche, mediane, ziemlich enge, zur Abschnürung des unteren Blattes führende Rinne wahrnehmen, deren Tiefe hinter dem Kopfe am größten, dagegen in der Richtung nach vorn und hinten von der genannten Stelle immer kleiner wurde. Wir sehen also, daß in unserem Falle die Rinne, welche ich gleich Blastoporus nennen will, zuerst eine Strecke vor dem Hinterende, später am Hinterende (wofür eine tiefe, lange Zeit dauernde Einkeilung des unteren Blattes ins Ektoderm spricht), danach in der mittleren und vorderen Region, zuletzt aber an der oben genannten tiefsten Stelle zum Abschluß gelangt. Vor dem Abschlusse sehen wir an der tiefsten Stelle des Blastoporus eine rege Proliferation der eingestülpten Zellen, zugleich auch eine histologische Differenzierung derselben, welche sich darin äußert, daß die genannten Zellen sich vergrößern und ein blasiges Aussehen annehmen, wodurch sie deutlich von den Zellen des übrigen unteren Blatteiles abstechen Nach vollzogenem Blastoporusabschlusse finden wir an dieser Stelle die blasigen Zellen des unteren Blattes noch lange in das Ektoderm eingekeilt, ähnlich wie am Hinterende, so daß eine strenge Grenze zwischen beiden Blättern nicht gezogen werden kann; erst später tritt eine deutliche Grenze auf (gegen Schwangart). Inzwischen dauert aber die ge-

nannte Proliferation der blasigen Zellen fort und verursacht die Bildung einer mächtigen, keilartigen gegen den Dotter vertieften Anhäufung, welche Schwangart einfach „Gastrulakeil“ nennt. Es finden nun zwei wichtige Vorgänge statt. Einerseits sehen wir, daß die den Zellenkeil bildenden Elemente immer lockerer werden und in den Dotter übergehen, anderseits können wir längs des ganzen Keimstreifs mit Ausnahme des hinteren Endes eine Differenzierung in dem sonstigen unteren Blatte wahrnehmen; wir bemerken nämlich, daß die Elemente der medianen Partie des unteren Blattes auch ein blasiges Aussehen bekommen und sich in die so genannten „Blutzellen“ verwandeln, welche sich wie ein Strang längs der Keimstreifmediane fortziehen und den von J. Nusbaum bei Meloë und von R. Heymons bei Orthopteren beschriebenen Elementen entsprechen. Wie von dem „Gastrulakeile“ so auch von dem genannten Strange trennen sich zahlreiche Zellen ab und wandern in den Dotter, wobei man in denselben sehr oft karyokinetische Figuren antreffen kann. Gleichzeitig mit der Bildung des medianen Zellenstranges bemerken wir am vorderen Ende, an der Stelle, wo vorher der Gastrulakeil war, und auch am Hinterende deutliche Einstülpungen des Ektoderms, welche zur Ausbildung des Stomo- und Proktodaeums führen. In diesem Stadium liegen dem blinden Ende des Stomo- und Proktodaeum einige „Blutzellen“ an; nirgends konnte ich aber eine Anreihung derselben zu einer Lamelle, wie es Schwangart eben neuerdings bei Endromis gesehen hat, entdecken. Die Mitteldarmlamellen entwickeln sich, wovon ich mich genau überzeugen konnte, aus dem Prokto- und Stomodaeum, sind also als ektodermale Produkte zu bezeichnen; ihr Auftreten erinnert an analoge Verhältnisse bei anderen Insekten, weshalb ich auch hier auf ihre nähere Beschreibung verzichte. Dabei aber konnte ich auch einen anderen Vorgang beobachten, welcher bis jetzt nur von Schwangart beschrieben wurde, nämlich daß sowohl an die erwähnten Mitteldarmlamellen des Proktodaeums wie auch an die des Stomodaeums sich „Blutzellen“ reihenartig anlegen und dadurch die mittlere Partie der Mitteldarmwandanlage bilden. Diese Anordnung der Blutzellen ist so regelmäßig, daß sie wie ein Epithel erscheinen, anderseits ist aber ihr histologisches Aussehen von den Zellen der ektodermalen Lamellen so verschieden, daß eine Verwechslung beider Elemente unmöglich ist. Auf Grund meiner Beobachtung komme ich zum Schlusse, daß der Mitteldarm bei Catocala aus zwei Quellen

entsteht: Sein vorderer und sein hinterer Teil entwickelt sich aus ektodermalen Lamellen, sein mittlerer dagegen aus „Blutzellen“, welchen ich aus später genau zu erörternden Gründen den Namen sekundäre „Entodermzellen“ gebe. Meine Befunde erinnern am meisten an die Resultate der Frau Tchouproff[1]) in ihrer Arbeit über Libellen und ich erlaube mir an dieser Stelle die Vermutung auszusprechen, daß Heymons' „Mikromeren“, welche dieser Forscher bei Thysanuren und Tchouproff bei Libellen gesehen haben und welche, wie bekannt, definitiv das Darmepithel bilden, eben mit meinen „Entodermzellen“, deren Entstehung ich oben kurz dargestellt habe, identisch sind. Ich behaupte dabei mit voller Sicherkeit, daß ein Übergang zwischen den echten, großen, großkernigen, dotterreichen Dotterzellen und den histologisch ganz verschiedenen „Entodermzellen“ nicht existiert.

Meinen vorher beschriebenen Befunden gemäß, will ich nur einstweilen kurz einige Betrachtungen hinsichtlich der Keimblätter der Insekten aussprechen, während ich mir eine eingehende Behandlung dieses Problems für eine ausführlichere Arbeit vorbehalte. Die Prozesse, welche zur Ausbildung des unteren Blattes führen, möchte ich als eine modifizierte Gastrulation betrachten; das untere Blatt stellt uns, wie mir scheint, das primäre Entoderm dar, welches sich in einen medianen, aus blasigen Zellen bestehenden Zellenstrang, d. h. das sekundäre Entoderm und in zwei seitliche Partien d. h. das Mesoderm differenziert. Das morphologische Moment wird auch durch das physiologische gestützt, da wir „Entodermzellen“ am Aufbau des Mitteldarmes beteiligt finden. Meine Befunde sowie die von Tchouproff scheinen die über die Pterygoten divergierenden Anschauungen und zwar einerseits die Ansichten von Heymons, Czerski u. A., welche den Mitteldarm für ein rein ektodermales, anderseits aber die von Noack, Dickel, Schwangart u. A., welche denselben für ein rein entodermales Produkt halten, gewissermaßen zu vereinigen.

[1]) Tchouproff H. Über die Entw. der Keimblätter bei den Libellen. Zool. Anzeiger. 1903.

Die Arbeit wurde im vergleichend-anatom. Institute der k. k. Universität Lemberg ausgeführt.

65. M. W. DZIEWULSKI. **Wiekowe perturbacye Marsa w ruchu Erosa.** *(Säkulare Marsstörungen in der Bewegung des Eros). (Perturbations séculaires du Mars dans le mouvement d'Eros).* Mémoire présenté par M. M. P. Rudzki m. c. à la séance du 6 Novembre 1905.

§ 1. Einleitung.

Bei den großen Planeten dauert es gewiß viele 100 Millionen von Jahren, bis die Störungen sich so weit angehäuft haben, daß etwa ein Zusammenstoß zwischen zwei Planeten erfolgen könnte, wenn dies überhaupt jemals eintritt. Um so interessanter ist ein Fall, wie der des Planeten Eros, bei welchem die Möglichkeit eines Zusammenstoßes viel näher liegt. Denn die Erosbahn durchsetzt die Marsbahn insofern, als die Periheldistanz des Eros kleiner ist, als die mittlere Distanz des Mars. Es bedürfte also nur einer geeigneten Drehung der Apsiden- und Knotenlinie des Eros, um beide Bahnen zum Schnitt zu bringen und einen Zusammenstoß zu ermöglichen. Die Aufgabe der folgenden Arbeit war es zu untersuchen, welches etwa die Größenordnung der Zeiten ist, innerhalb deren solche Annäherungen der Bahnen auftreten, also vor allem die letztvergangene und die nächstfolgende Epoche dieser Art festzustellen. Man gewinnt dadurch eine deutliche Anschauung von der Art der Stabilität oder Instabilität der Erosbahn.

§ 2 Die Hill'schen Formeln zur Berechnung der Säkularstörungen.

Da es sich im Ganzen nur um qualitative Feststellungen handelt, soll zunächst auf die periodischen Störungen verzichtet werden und es sollen nur die Säkularstörungen beachtet werden. Man kann auf die Säkularstörungen des Eros speziell durch Mars nun nicht etwa die Langrange'sche oder eine ähnliche Theorie anwenden, weil diese gänzlich ineinander liegende Bahnen voraussetzt. Die einzige, in diesen Fällen nicht versagende Methode ist vielmehr die Gauß'sche Methode der Säkularstörungen. Worauf diese Methode beruht, ersieht man aus den Worten, mit denen Gauß sein berühmtes Werk: „Determinatio attractionis..." anfängt: „Variationes saeculares, quas elementa orbitae planetariae a perturbatione alius planetae patiuntur, ab huius positione in orbita sunt independentes, atque eaedem forent, sive planeta perturbans in orbita elliptica secundum Kepleri leges incedat, sive ipsius massa per orbitam eatenus

aequalibiter dispertita concipiatur. ut orbitae partibus. alias aequali temporis intervallo descriptis. iam aequales massae partes tribuantur. siquidem tempora revolutionum planetae perturbati et perturbantis non sunt commensurabilia" [1]). Wenn man also die Masse des Planeten auf der Bahn sich so zerlegt denkt, daß die Masse $d\mu'$ auf dem Elemente ds' der Zeit dt proportional ist, die der Planet braucht. um dieses Element der Bahn zu beschreiben, dann wird:

$$\frac{d\mu'}{m'} = \frac{dt}{T''} = \frac{(1 - e' \operatorname{Cos} E')\, dE'}{2\pi}$$

wo E' die exzentrische Anomalie und e' die Exzentrizität bedeutet. Die Methode von Gauß ist aber für praktische Zwecke nicht unmittelbar verwertbar. „Auf eine Verwendung der eleganten Formeln für astronomische Zwecke ist Gauß nicht eingegangen, und es war noch eine Lücke auszufüllen", sagt Seeliger [2]). Hill in seiner Arbeit: „On Gauß's Method of computing secular perturbations" [3]) vervollständigt die Gauß'sche Theorie und bietet eine sehr elegante und übersichtliche Methode zur Berechnung der Säkularstörungen. Hill sagt: „A double integration being necessary, Gauß had considered only that in respect to the excentric anomaly of the disturbing body, and, having regard to elegance only, has not reduced his equations to the forms giving the utmost brevity of calculation". Im allgemeinen aber folgt er der Gauß'schen Theorie und reproduziert einen großen Teil der Gauß'schen Formeln.

Es sind die Hill'schen Formeln, die im folgenden zur Verwendung gelangen. Für $\left[\frac{de}{dt}\right]_{00}$ den Ausdruck der Säkularstörung (das Zeichen „*00*" entspricht dem Werte von 100 Jahren) irgend eines Elementes hat man folgenden Ausdruck:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = \frac{1}{4\pi^2} \int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{de}{dt} \cdot \frac{r}{a} \cdot \frac{r'}{a'}\, dE\, dE'.$$

Dabei bedeutet r den Radiusvektor, a — die halbe große Achse, E — die exzentrische Anomalie des gestörten Planeten, während

[1]) Gauß. Werke. Bd. III, p. 333.

[2]) Vierteljahrsschrift der Astronom. Gesellschaft. XVII. 1882, p. 169.

[3]) Astronomical Papers. Vol. I, p. 315.

die gestrichenen Werte sich auf den störenden Planet beziehen. Die Integration nach der exzentrischen Anomalie des störenden Körpers wird durch eine analytische Quadratur erledigt. Die dann übrigbleibenden Integrale der Form

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} X\,dE' \qquad (X \text{ Funktion von } E),$$

welche Hill mit $M_E\,[X]$ bezeichnet, werden dagegen durch mechanische Quadratur gewonnen. Man muß zu diesem Zwecke die Planetenbahn in bezug auf die exzentrische Anomalie (E) in äquidistante Intervalle zwischen 0^0 und 360^0 zerlegen; die Zahl dieser Intervalle muß eine gerade Zahl sein. Aus allen so erhaltenen Werten von X bildet man dann das Mittel. Eine Kontrolle gewinnt man daraus, daß die über die Teile 0, 2, 4... ausgedehnte Summe der Summe über die Teile 1, 3, 5... annähernd gleich sein muß.

Den in der Bahn zum Radiusvektor parallelen, den zum Radiusvektor senkrechten und den zur Bahnebene senkrechten Komponenten bezeichnet Hill mit R, S, W. Diese Komponenten entsprechen den Gleichungen:

$$\frac{r}{m'}R = \frac{xx' + yy' + zz'}{\Delta^3}$$

$$\frac{r}{m'}S = \frac{xy' - x'y}{\Delta^3}$$

$$\frac{r}{m'}W = \frac{z'}{\Delta^3}$$

wo das Koordinatensystem in der Bahnebene des gestörten Planeten (also $z = 0$ ist) liegt und m' die Masse des störenden Planeten bedeutet. Dann wählt Hill die Bezeichnungen:

$$R_0 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{ar}{m'} R\,(1 - e' \operatorname{Cos} E')\,dE'$$

$$S_0 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{ar}{m'} S\,(1 - e' \operatorname{Cos} E')\,dE'$$

$$W_0 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{r^2}{m'} W\,(1 - e' \operatorname{Cos} E')\,dE'.$$

Es sind das lauter elliptische Integrale. Um sie zu normieren, führt Hill nach Gauß anstatt E' eine neue Veränderliche T auf Grund der Gleichungen:

$$Cos\, E' = \frac{\alpha + \alpha'\, Sin\, T + \alpha''\, Cos\, T}{\gamma + \gamma'\, Sin\, T + \gamma''\, Cos\, T}$$

$$Sin\, E' = \frac{\beta + \beta'\, Sin\, T + \beta''\, Cos\, T}{\gamma + \gamma'\, Sin\, T + \gamma''\, Cos\, T}$$

ein, wobei die Größen α, β, $\gamma \ldots$ so bestimmt werden, daß die Koeffizienten von $Sin\, T$, $Cos\, T$ und $Sin\, T\, Cos\, T$ in dem Ausdrucke

$$\Delta^2\, [\gamma + \gamma'\, Sin\, T + \gamma''\, Cos\, T]^2$$

gleich Null werden. Damit erhält der Ausdruck der Distanz Δ die einfache Gestalt:

$$\sqrt{G - G'\, Sin^2\, T + G''\, Cos^2\, T} = \Delta\, [\gamma + \gamma'\, Sin\, T + \gamma''\, Cos\, T]$$

Die Bestimmung, der α, β, γ erfordert die Lösung einer Gleichung dritten Grades, die zwei positive und eine negative Wurzel hat. Diese Gleichung löst Hill auch auf trigonometrischem Wege. Die Integrale, die durch die Einführung von T entstehen:

$$\int_0^{2\pi} \frac{\Theta}{\Delta^3}\, dE' = \int_0^{2\pi} \frac{H^2\, \Theta}{(H^2\, \Delta^2)^{3/2}}\, dT$$

endlich, wo Θ eine Funktion von $Sin\, E'$, $Cos\, E'$, $Sin\, E'\, Cos\, E'$ und $Cos^2\, E'$ und $H = \gamma + \gamma'\, Sin\, T + \gamma''\, Cos\, T$ ist, reduziert Hill auf eine bestimmte Art von Normalintegralen, für die er ausführliche Tafeln gibt. Am Schlusse stellt Hill alle Formeln, die zur Rechnung nötig sind, zusammen und erhält folgende Ausdrücke der Säkularstörungen:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = \frac{m'\, n}{1 + m}\, Cos\, \varphi\, .\, M_E \left[Sin\, v\, .\, R_0 + (Cos + Cos\, E)\, S_0\right]$$

$$e\left[\frac{d\chi}{dt}\right]_{00} = \frac{m'\, n}{1 + m}\, Cos\, \varphi\, .\, M_E \left[-Cos\, v\, .\, R_0 + \left(\frac{r}{a\, Cos^2 \varphi} + 1\right) Sin\, v\, .\, S_0\right]$$

$$\left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = \frac{m'\, n}{1 + m}\, Sec\, \varphi\, .\, M_E \left[Cos\, u\, .\, W_0\right]$$

$$Sin\, i \left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = \frac{m'\, n}{1 + m}\, Sec\, \varphi\, .\, M_E \left[Sin\, u\, .\, W_0\right]$$

$$\left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = \left[\frac{d\chi}{dt}\right]_{00} + 2\,Sin^2\frac{i}{2}\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00}$$

$$\left[\frac{dL}{dt}\right]_{00} = \frac{m'n}{1+m}M_E\left[-2\frac{r}{a}R_0\right] + 2\,Sin^2\frac{\varphi}{2}\cdot\left[\frac{d\chi}{dt}\right]_{00} + 2\,Sin^2\frac{i}{2}\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00}.$$

Hier kann man wohl noch erwähnen, daß Hill in seinem Anhange eine Entwickelung für die Ausdrücke $\frac{a}{r}R_0$, $\frac{a}{r}S_0$, $\frac{a}{r}W_0$ gibt, namentlich periodische Reihen mit dem Argumente E. Es wird also:

$$\frac{a}{r}R_0 = A_0^{(c)} + A_1^{(c)}\,Cos\,E + A_1^{(s)}\,Sin\,E + A_2^{(c)}\,Cos\,2\,E + \ldots$$

sein und analog für $\frac{a}{r}S_0$, $\frac{a}{r}W_0$. Wenn man die Bahn in j äquidistante Intervalle teilt und die entsprechenden Werte $\frac{a}{r}R_0$ mit $R^{(0)}$, $R^{(1)}$.... $R^{(j-1)}$ bezeichnet, so wird:

$$A_0^{(c)} = \frac{1}{j}\left[R^{(0)} + R^{(1)} + \ldots + R^{(j-1)}\right]$$

$$\tfrac{1}{2}A_1^{(c)} = \frac{1}{j}\left[R^{(0)} + R^{(1)}\,Cos\frac{2\pi}{j} + \ldots + R^{(j-1)}\,Cos\frac{2\,(j-1)\,\pi}{j}\right]$$

$$\tfrac{1}{2}A_1^{(s)} = \frac{1}{j}\left[R^{(1)}\,Sin\frac{2\pi}{j} + \ldots + R^{(j-1)}\,Sin\frac{2\,(j-1)\,\pi}{j}\right]$$ sein u. s. w.

Von diesen Ausdrücken ausgehend, kann man auf Grund des Satzes, daß die große Achse keine Säkularstörung erleidet:

$$\left[\frac{da}{dt}\right]_{00} = 0$$

die Formel erhalten:

$$Sin\,\varphi\,.\,\tfrac{1}{2}A_1^{(s)} + Cos\,\varphi\,.\,B_0^{(c)} = 0,$$

welche eine Kontrolle der Rechnung bildet. Diese Formel findet man bei Hill nicht, und Innes [1]) war, wie es scheint, der erste, der sie hervorgehoben und in seinen Rechnungen praktisch verwandt hat.

[1]) Monthly Notices. Vol. LII. p. 87.

§. 3. Die Säkularstörungen des Eros für die Epoche 1901.

Was die Elemente für Eros anbetrifft, so folgen wir der Bahnbestimmung Millosevichs[1]); sie sind von ihm für vier Epochen: 31·5 Okt. 1900, 10·5 Dez. 1900, 8·5 Febr. 1901, 20·5 März 1901 Berl. angegeben. Da es sich in unserem Falle nicht um ganz genaue Werte handelt, sind die genäherten Elemente nur in Minuten für 1901·0 angenommen. Für Mars sind die Elemente nach Newcomb[2]) gewählt. Sie ergeben sich folgendermaßen:

Eros.	Mars.
$n = 736029''9$	$n' = 689050''9$
$e = 0{\cdot}22297$	$e' = 0{\cdot}09331$
$\pi = 121^\circ\ 9'$	$\pi' = 334^\circ 14'$
$i = \ \ 10\ 50$	$i' = \ \ 1\ 51$
$\Omega = 303\ 30$	$\Omega' = 48\ 48$
$lga = 0{\cdot}16380$	$lga' = 0{\cdot}18290$

Mit diesen Werten sind die Konstanten und dann alle Größen, die in der Gauß-Hill'schen Methode vorkommen, durchgerechnet, wie es die Tafel I zeigt. Die Bahn wurde in 24 äquidistante Intervalle nach der exzentrischen Anomalie geteilt und alle Größen sind für diese Winkel berechnet. Wenn man für die Marsmasse nach Newcomb den Wert 1 : 3093500 annimmt, erhält man folgende Resultate:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = +0{\cdot}01408 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}69464 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = +0{\cdot}00548$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}74992 \qquad \left[\frac{dL}{dt}\right]_{00} = +0{\cdot}13793$$

und es ergibt sich für die Kontrolle:

$$Sin\ \varphi\ .\ \tfrac{1}{2}\ A_1^{(0)} + Cos\ \varphi\ .\ B_0^{(0)} = +0{\cdot}00002.$$

Dann folgen die Säkularstörungen der Erde. Ihre Elemente[3]) sind:

$$n' = 1295977''{\cdot}4 \quad e' = 0{\cdot}016571 \quad \pi' = 101^\circ 14'$$

$$i' = 0^\circ 0' \quad \Omega = - \quad lga' = 0{\cdot}00000.$$

[1]) Astronomische Nachrichten Bd. 156 p. 327.

[2]) Astronomical Papers of the American Ephemeris. Vol VI p. 388.

[3]) Astronomical Papers of the American Ephemeris. Vol VI p. 9.

Die Rechnung ist ebenso von 15° zu 15° durchgeführt, und die Resultate (nach Tafel II) ergeben sich folgendermaßen, wenn man für die Erdmasse, nach Newcomb, 1 : 329390 annimmt:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -\,0{\cdot}00970 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = +\,2{\cdot}62897 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -\,0{\cdot}02043$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -\,3{\cdot}22492 \qquad \left[\frac{dl}{dt}\right]_{00} = +\,7{\cdot}98353$$

und es gilt dabei:

$$Sin\,\varphi\,.\,\tfrac{1}{2}\,A_1^{(e)} + Cos\,\varphi\,.\,B_0^{(e)} = +\,0{\cdot}00022$$

Darauf wurden die Störungen Jupiters und Saturns auf demselben Wege untersucht mit dem Unterschiede, daß man die exzentrische Anomalie von 30° zu 30° wachsen ließ, d. h. daß die Ellipse nur in 12 Intervalle geteilt wurde. Dies genügte in diesem Falle wegen der größeren Entfernung dieser zwei Planeten vom Eros; die Reihen der Zahlen von 30° zu 30° sind deswegen viel regelmäßiger. Die Elemente für Jupiter und Saturn sind nach Leverrier[1]) und nur die Massen nach Newcomb gewählt. Sie sind:

$$e_j = 0{\cdot}04832 \quad \pi = 12^0 44' \quad i = 1^0 19' \quad \Omega = 99^0 27'$$

$$lga_j = 0{\cdot}71664 \quad m_j = \frac{1}{1047.355}$$

$$e_s = 0{\cdot}05589 \quad \pi_s = 91^0 7' \quad i_s = 2^0 30' \quad \Omega_s = 112^0 47'$$

$$lga_s = 0{\cdot}97950 \quad m_s = \frac{1}{3501{\cdot}6}.$$

Die Rechnung gibt folgende Werte für die Säkularstörungen:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -\,0{\cdot}32826 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = +\,14{\cdot}10295 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -\,0{\cdot}16400$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -\,14{\cdot}36710 \qquad \left[\frac{dL}{dt}\right]_{00} = -\,14{\cdot}43539$$

und es gilt:

$$Sin\,\varphi\,.\,\tfrac{1}{2}\,A_1^{(e)} + Cos\,\varphi\,.\,B_0^{(e)} = +\,0{\cdot}00009$$

und

[1]) Annales de l'Observatoire de Paris. T. XII.

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}00188 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = +1{\cdot}05090 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}00539$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -0.67878 \qquad \left[\frac{dL}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}47204$$

und es ergibt sich:

$$Sin\,\varphi \,.\, \tfrac{1}{2}\, A_1^{(e)} + Cos\,\varphi \,.\, B_0^{(e)} = -0{\cdot}00001.$$

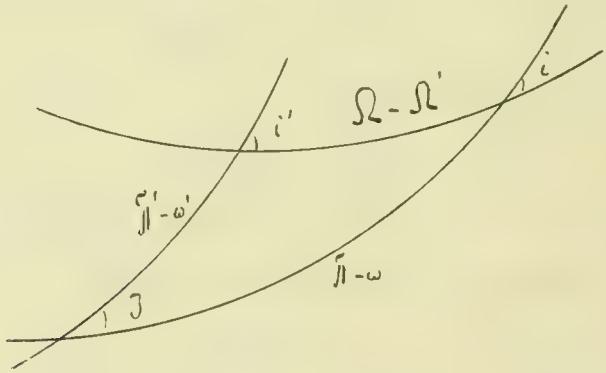
Wenn wir also die Säkularstörungen der vier genannten Planeten addieren, erhalten wir folgende Werte:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}32576 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = +17{\cdot}08818 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}18434$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -19{\cdot}02072 \qquad \left[\frac{dL}{dt}\right]_{00} = -6{\cdot}78597$$

§. 4. Erste Bestimmung der nächsten kritischen Epoche.

Jetzt gehen wir zu unserer Hauptfrage über. Da wegen der großen Exzentrizität der Erosbahn die zwei Bahnen (Eros- und Marsbahn) sich durchsetzen, d. h. Eros auf seiner Bahn sich sowohl innerhalb als auch außerhalb der Marsbahn finden kann, so ent-



steht die Frage, wie sich die zwei Planeten in der Gegend des gemeinsamen Knotens zu einander verhalten. Wenn wir uns einen Fall denken, wo die Radien-Vektoren der zwei Planeten in der Nähe des gemeinsamen Knotens beinahe gleich sind, so muß der Einfluß des Mars hier stark hervortreten, in der Bewegung des Eros eine Hauptrolle spielen und dessen Bahn stark ändern. Um

diese Verhältnisse näher zu prüfen, wollen wir also nachsehen, wie sich die Radien-Vektoren für verschiedene Epochen auf der Knotenlinie verhalten.

Wenn man mit i, Ω, i' Ω' die Neigung und Knotenlänge der Eros- und Marsbahn in bezug auf die Ekliptik, dann mit I die gegenseitige Neigung dieser zwei Bahnen und mit Π und Π' die Winkelentfernungen die zwei Perihelien vom aufsteigenden Knoten der Marsbahn in bezug auf Erosbahn bezeichnet, bekommt man folgende Formeln:

$$\begin{aligned}
Sin\ I\ Cos\ (\Pi - \omega) &= - Sin\ i\ Cos\ i' + Cos\ i\ Sin\ i'\ Cos\ (\Omega' - \Omega) \\
Sin\ I\ Sin\ (\Pi - \omega) &= \qquad\qquad - Sin\ i'\ Sin\ (\Omega' - \Omega) \\
Sin\ I\ Cos\ (\Pi' - \omega') &= \quad Cos\ i\ Sin\ i' - Sin\ i\ Cos\ i'\ (\Omega' - \Omega) \\
Sin\ I\ Sin\ (\Pi' - \omega') &= \qquad\qquad - Sin\ i\ Sin\ (\Omega' - \Omega)
\end{aligned}$$

Aus diesen Gleichungen können wir Π und Π' finden. Wenn Π und Π' und die Perihellängen π und π' bekannt sind, kann man leicht die Länge des gemeinsamen Knotens der zwei Bahnen bestimmen. Damit findet man dann ohne weiteres die Anomalien und die Radien-Vektoren beider Planeten für ihre Lage auf der Knotenlinie. Auf Grund dieses Verfahrens kann man für die gegenwärtige Lage der Bahnen finden, daß der aufsteigende Knoten der Erosbahn ungefähr die Länge 295° und der absteigende ungefähr die Länge 115° besitzt. Da aber das Eros-Perihel in 121° und das Mars-Perihel in 334° Länge liegt, so ergibt sich daraus sofort der Schluß, daß das erste Perihel in der Nähe des absteigenden, das zweite in der Nähe des aufsteigenden Knotens liegt; da die Radien-Vektoren im aufsteigenden Knoten die Werte: $r_E = 1{\cdot}78$, $r_M = 1{\cdot}41$ und im absteigenden die Werte: $r_E = 1{\cdot}13$, $r_M = 1{\cdot}63$ haben, so sind die Planeten noch weit auch dann voneinander entfernt, wenn sie beinahe gleichzeitig durch die Knotenlienie hindurchziehen. Wir kommen also zu dem Schlusse, daß in der gegenwärtigen Lage der zwei Bahnen keine größere Annäherung stattfindet und deswegen auch keine größeren Marsstörungen möglich sind, wobei noch darauf zu achten ist, daß die Marsmasse verhältnismäßig klein ist.

Im Laufe der Zeit verschieben sich aber die Bahnen, infolgedessen verschiebt sich auch die Knotenlinie; außerdem ändern sich auch die Lagen der Perihelien. Es entsteht daher die Frage, wie

eine solche Verschiebung im Laufe der Zeit vor sich geht und wie sich die Lagen der Perihelien gegen den Knoten verhalten. Mit anderen Worten: man muß eine Epoche suchen, wo die Radien-Vektoren der zwei Bahnen auf der Knotenlinie einander infolge der früher genannten Verschiebung beinahe gleich werden. Um darauf zu antworten, mußte man diese Verschiebung schrittweise untersuchen und die Frage für verschiedene Epochen durchstudieren. Für jede Epoche sind die Bahnen auf die bewegliche Ekliptik nach den Präzessions-Formeln von Oppolzer[1]) bezogen und dann alle entsprechenden Störungen berücksichtigt worden. Solche Versuche mußten mehrmals wiederholt werden, um sich der gesuchten Epoche zu nähern. Es sollen einige dieser Epochen angeführt werden.

Für $t_0 + 3000$ Jahre, wo t_0 die Anfangsepoche (1901·0) bedeutet, findet man für Eros und Mars:

$$i_E = 10^0\,57' \quad \Omega_E = 331^0\,52' \quad e_E = 12^0\,41' \quad \pi_E = 177^0\,49'$$

$$i_M = 1\;50 \quad \Omega_M = 71\;56 \quad e_M = 5\;30 \quad \pi_M = 29\;30$$

Für den aufsteigenden Knoten der Erosbahn erhalten wir: $\Omega_{EM} = 322^0 47'$, und die Radien-Vektoren auf der Knotenlinie sind: im aufsteigenden Knoten $r_E = 1{\cdot}692$, $r_M = 1{\cdot}455$, im absteigenden Knoten $r_E = 1{\cdot}176$, $r_M = 1{\cdot}569$. Daraus kann man bereits entnehmen, daß eine Annäherung jedenfalls früher im aufsteigenden Knoten erfolgt. Untersuchen wir für diesen die Frage weiter und stellen wir einige Endresultate dieser Untersuchung zusammen.

Für die Epoche $t_0 + 6000$ Jahre bekommen wir:

$$e_E = 12^0\,29' \quad \pi_E = 235^0\,5' \quad i_E = 11^0\,3' \quad \Omega_E = 0^0\;45'$$

$$e_M = 5\;39 \quad \pi_M = 84\;51 \quad i_M = 1\;51 \quad \Omega_M = 93\;55$$

Der aufsteigende Knoten wird $\Omega_{EM} = 351^0 20'$, und die Radien-Vektoren sind $r_E = 1{\cdot}537$ $r_M = 1{\cdot}518$.

In gleicher Weise gilt für die Epoche $t_0 + 7000$ Jahre:

$$e_E = 12^0\,22' \quad \pi_E = 254^0\,16' \quad i_E = 10^0\,40' \quad \Omega_E = 11^0\;32'$$

$$e_M = 5\;41 \quad \pi_M = 103\;17 \quad i_M = 1\;52 \quad \Omega_M = 100\;58$$

$\Omega_{EM} = 359^0 54'$ und die Radien-Vektoren $r_E = 1{\cdot}476$, $r_M = 1{\cdot}544$.

Offenbar liegt zwischen den Epochen $t_0 + 6000$ und $t_0 + 7000$

[1]) Oppolzer. Bahnbestimmung Bd. I.

die Epoche der größten Annäherung. Für diese kann man $t_0 + 6200$ annehmen, weil es sich zeigt, daß für

$$e_E = 12^0 28' \quad \pi_E = 238^0 55' \quad i_E = 11^0 3' \quad \Omega_E = 2^0\ 44'$$
$$e_M = 5\ 39 \quad \pi_M = 88\ 32 \quad i_M = 1\ 52 \quad \Omega_M = 95\ 20 \qquad \Omega_{EM} = 353^0\ 16.$$

sich folgende Radien-Vektoren $r_E = 1{\cdot}526 \quad r_M = 1{\cdot}523$ ergeben.

§. 5. Genauere Bestimmung der kritischen Epoche. Teilweise Verwendung der Lagrange'schen Methode der Säkularstörungen.

Bei der obigen Rechnung ist angenommen worden, daß über das ganze Intervall von 6000 Jahren die Säkularstörungen einfach der Zeit proportional wirken. Um durch diese Annahme weniger gefesselt zu sein, wollen wir dies Intervall in mehrere kleinere teilen und für jedes einzelne die Rechnung wiederholen. Es wird dabei interessant sein zu beobachten, wie bei der stufenweisen Annäherung an die Epoche, wo die Radien-Vektoren auf der Knotenlinie beinahe gleich sind, die Marsstörungen anwachsen.

Für die erste Epoche nehmen wir also $t_0 + 2100$ an. Wir bekommen dann die entsprechenden Elemente:

$$e_E = 12^0\ 45' \quad \pi_E = 160^0\ 47' \quad i_E = 10^0\ 55' \quad \Omega_E = 323^0\ 18'$$
$$e_M = 5\ 27 \quad \pi_M = 12\ 55 \quad i_M = 1\ 51 \quad \Omega_M = 64\ 57$$

Die Länge des gemeinsamen für Eros aufsteigenden Knotens beträgt $\Omega_{EM} = 314^0 12'$ und die Radien-Vektoren auf der Knotenlinie sind: $r_E = 1{\cdot}728 \quad r_M = 1{\cdot}439$. Die Rechnung ist wieder nach der Gauß-Hill'schen Methohe von 15° zu 15° durchgeführt worden und gibt auf Grund der Resultate, die in der Tafel V zusammengestellt sind, folgende, von Mars herrührende Säkularstörungen:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}00384 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}72880$$
$$\left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = +0{\cdot}03706 \qquad \left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}75038$$

und es ergibt sich:

$$Sin\ \varphi\ .\ \tfrac{1}{2} A_1^{(0)} + Cos\ \varphi\ .\ B_0^{(0)} = +0{\cdot}00034.$$

Jetzt sind noch die Säkularstörungen der drei Planeten: Erde, Jupiter und Saturn zu berechnen. Wenn es aber auch unerläßlich

ist. die Marstörungen nach der Gauß-Hill'schen Methode zu berechnen, weil eben hier alle anderen Methoden versagen, so werden doch die Störungen der drei obengenannten Planeten nach einer kürzeren Methode, die für unsere Zwecke als ganz genügend erscheint, berechnet werden können. Die Methode, die wir anwenden wollen, ist die klassische Lagrange'sche Methode der Säkularstörungen. Sie ist von Laplace [1]), Leverrier [2]), Stockwell [3]) auf die großen Planeten angewendet worden. Sie ist aber auch auf die kleinen Planeten anwendbar und wird von Charlier in seiner „Mechanik des Himmels" in eleganter und moderner Form geboten.

Die Methode geht von den Differential-Gleichungen aus:

$$\begin{aligned} \frac{d\xi}{dt} &= \quad [(0{\cdot}1) + (0{\cdot}2) + (0{\cdot}3) + \ldots]\,\xi - \boxed{0{\cdot}1}\,\xi' - \boxed{0{\cdot}2}\,\xi'' - \ldots \\ \frac{d\eta}{dt} &= -[(0{\cdot}1) + (0{\cdot}2) + (0{\cdot}3) + \ldots]\,\eta + \boxed{0{\cdot}1}\,\eta' + \boxed{0{\cdot}2}\,\eta'' + \ldots \end{aligned} \qquad (*)$$

u. s. w.

wo $\xi = e\,Sin\,\pi \quad \eta = e\,Cos\,\pi$ u. s. w.

und

$$(0{\cdot}1) = -\frac{3m'\,n\,\alpha^2\,b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}}{4\,(1-\alpha^2)^2}\,,$$

$$\boxed{0{\cdot}1} = -\frac{3m'\,n\,\alpha\,\{(1+\alpha^2)\,b^{(1)}_{-\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\,\alpha\,b^{(2)}_{-\frac{1}{2}}\}}{2\,(1-\alpha^2)^2} \qquad \text{ist.}$$

Die b sind Funktionen von α, so daß sämtliche Klammergrößen unmittelbar aus den Massen und Halbachsen zu berechnende Konstanten sind.

Um diese Gleichungen zu integrieren, stetzt man:

$$\xi = M\ Sin\,(st+\beta) \qquad \eta = M\ Cos\,(st+\beta)$$

$$\xi' = M'\ Sin\,(st+\beta) \qquad \eta' = M'\ Cos\,(st+\beta) \text{ u. s. w.}$$

Wenn man diese Werte in die Differential-Gleichungen einsetzt erhält man eine Reihe von Gleichungen:

[1]) Laplace. Méc. cél. L. II. Ch. 7. T. I. p. 321.

[2]) Leverrier. Annales de l'Observatoire de Paris. Vol. II.

[3]) Smithsonian Contributions to Knowledge Vol. XVIII p. 12.

$$Ms = \{(0\cdot1)+(0\cdot2)+(0\cdot3)+\ldots\}M - \boxed{0\cdot1}M' - \boxed{0\cdot2}M'' - \boxed{0\cdot3}M''' - \ldots$$
$$M's = \{(1\cdot0)+(1\cdot2)+(1\cdot3)+\ldots\}M' - \boxed{1\cdot0}M - \boxed{1\cdot2}M'' - \boxed{1\cdot3}M''' - \ldots \qquad (**)$$

u. s. w.

Aus diesen Gleichungen erhält man, nach Elimination der Konstanten M, M', M''' ... zur Bestimmung des s eine Gleichung des Grades i, wenn i die Zahl der Planeten ist.

Hat man hieraus die Wurzeln s_r gefunden, so erhält man für eine jede derselben die Koeffizienten M_r als Funktionen von einem Koeffizienten; auf diese Weise erhält man, z. B., für s_1 — M'_1 M''_1 M'''_1 ... als Funktionen von M_r.

Die allgemeine Lösung stellt Stockwell in folgender Form:

$$\xi^{(i)} = M^{(i)} Sin(st+\beta) + M_1^{(i)} Sin(s_1 t+\beta_1) + M_2^{(i)} Sin(s_2 t+\beta_2) + \ldots$$
$$\eta^{(i)} = M^{(i)} Cos(st+\beta) + M_1^{(i)} Cos(s_1 t+\beta_1) + M_2^{(i)} Cos(s_2 t+\beta_2) + \ldots \qquad (***)$$

Wenn man die Gleichungen (*) in $\frac{Mm}{na}$, $\frac{M'm'}{n'a'}$ ... multipliziert, dann addiert, so erhält man mit Hilfe der Gleichungen (**) und (***):

$$M_r \frac{m}{na}\xi + M_r' \frac{m'}{n'a'}\xi' + \ldots = \{M_r^2 \frac{m}{na} + M_r'^2 \frac{m'}{n'a'} + \ldots\} Sin(s_r t + \beta_r)$$

$$M_r \frac{m}{na}\eta + M_r' \frac{m'}{n'a'}\eta' + \ldots = \{M_r^2 \frac{m}{na} + M_r'^2 \frac{m'}{n'a'} + \ldots\} Cos(s_r t + \beta_r)$$

wo ξ, η ... für eine gewisse Anfangsepoche t bekannt sind. Die letzten Gleichungen geben:

$$tg(s_r t + \beta_r) = \frac{M_r \frac{m}{na}\xi + \ldots}{M_r \frac{m}{na}\eta + \ldots}$$

aus welcher Gleichung man β_r für eine gewählte Epoche bestimmen kann, weil alle M_r^i Funktionen desselben M_r sind. Dann erhält man aus beiden früheren Gleichungen diesen allgemeinen Koeffizienten M_r zweimal und mit diesem berechnet man alle M_r^i. Es sind dann also alle β und alle Reihen M für jedes β bekannt.

Ganz ähnlich verhält sich die Sache für Störungen im Knoten und in der Neigung [1]). Man erhält:

[1]) Smithsonian Contributions to Knowledge Vol. XVIII p. 100—115.

$$p^{(i)} = N_1^{(i)} \, Sin\,(\sigma_1 t + \delta_1) + N_2^{(i)} \, Sin\,(\sigma_2 t + \delta_2) + \ldots$$
$$q^{(i)} = N_1^{(i)} \, Cos\,(\sigma_1 t + \delta_1) + N_2^{(i)} \, Cos\,(\sigma_2 t + \delta_2) + \ldots$$

wo $p = tg\,i \; Sin\,\Omega \quad q = tg\,i \; Cos\,\Omega$ ist.

Jetzt muß man diese Theorie für die kleinen Planeten spezialisieren, indem man die Masse des gestörten Planeten als verschwindend klein annimmt [1]).

Charlier führt die Poincaré'schen elemente in einer etwas modifizierten Form ein. Setzt man, nach Charlier:

$$[\xi_r] = \frac{1}{\sqrt{\Lambda_r}} \, \xi_r = \sqrt{2\,(1 - \sqrt{1 - e^2_r})} \; Cos\,\pi_r = e_r \; Cos\,\pi_r \text{ (genäh).}$$

$$[\eta_r] = \frac{1}{\sqrt{\Lambda_r}} \, \eta_r = -\sqrt{2\,(1 - \sqrt{1 - e^2_r})} \; Sin\,\pi_r = -\,e_r \; Sin\,\pi_r$$

$$[p_r] = \frac{1}{\sqrt{\Lambda_r}} \, p_r = \sqrt{\sqrt{1 - e^2_r}\,(1 - Cos\,i_r)}\,Cos\,\Omega_r = Sin\,i_r \, Cos\,\Omega_r \quad r = 0, 1 \ldots n$$

$$[q_r] = \frac{1}{\sqrt{\Lambda_r}} \, q_r = -\sqrt{\sqrt{1 - e^2_r}\,(1 - Cos\,i_r)}\,Sin\,\Omega_r = -Sin\,i_r \, Sin\,\Omega_r$$

wo $\Lambda_0 = \Lambda \qquad \xi_0 = \xi \ldots \qquad \Lambda_i = \sqrt{a_i}$ sind.

und weiter

$$(0, i) = \frac{km_i}{4\sqrt{M\Lambda}} \, B_1\,(a, a_i) = \tfrac{1}{4} \frac{m_i}{M} \, na \, B_2\,(a, a_i)$$

$$[0, i] = \frac{km_i}{4\sqrt{M\Lambda}} \, B_2\,(a, a_i) = \tfrac{1}{4} \frac{m_i}{M} \, na \, B_2\,(a, a_i)$$

wobei man die Koeffizienten B_1 und B_2 mit Hilfe elliptischer Integrale (E und F), wenn man $\alpha = \frac{a}{a'} = Sin\,\theta\,(a < a')$ setzt, aus folgenden Formeln [2]) berechnen kann:

$$\frac{\pi}{4} \, a' \, B_1 = (1 + 3\,tg^2\,\theta + 2tg^4\,\theta)\,E - (1 + tg^2\,\theta)\,F$$

$$\frac{\pi}{4} \, a' \, \alpha \, B_2 = 2\,(1 + tg^2\,\theta + tg^4\,\theta)\,E - (2 + tg^2\,\theta)\,F.$$

[1]) Charlier Mech. des Himmels Bd. I. p. 413.
[2]) „ „ „ „ p. 346.

so erhält man auf Grund der Bezeichnungen $[\xi_r]$, $[\eta_r]$ . . . und $(0, i)$, $[0, i]$ folgende Differential-Gleichungen:

$$\frac{d[\xi]}{dt} = [\eta] \sum_{i=1}^{n} (0, i) - \sum_{i=1}^{n} [0, i] [\eta_i]$$

$$\frac{d[\eta]}{dt} = -[\xi] \sum_{i=1}^{n} (0, i) + \sum_{i=1}^{n} [0, i] [\xi_i]$$

$$\frac{d[p]}{dt} = -[q] \sum_{i=1}^{n} (0, i) + \sum_{i=1}^{n} (0, i) [q_i]$$

$$\frac{d[q]}{dt} = [p] \sum_{i=1}^{n} (0, i) - \sum_{i=1}^{n} (0, i) [p_i],$$

die man integrieren muß [3]).

Auf Grund der Ausdrücke für die großen Planeten und mit Hilfe der Bezeichnungen

$$b = \sum_{i=1}^{n} (0, i) \qquad E_r = \sum_{i=1}^{n} [0, i] M_r' \qquad F_r = \sum_{i=1}^{n} (0, i) N_r'$$

modifizieren sich die Gleichungen folgendermaßen:

$$\frac{d[\xi]}{dt} = b[\eta] + \Sigma E_r \, Sin\,(s_r t + \beta_r)$$

$$\frac{d[\eta]}{dt} = -b[\xi] + \Sigma E_r \, Cos\,(s_r t + \beta_r)$$

$$\frac{d[p]}{dt} = -b[q] - \Sigma F_r \, Sin\,(\sigma_r t + \delta_r)$$

$$\frac{d[q]}{dt} = b[p] - \Sigma F_r \, Cos\,(\sigma_r t + \delta_r)$$

und die Integrale lauten:

$$[\xi] = A \, Cos\,(bt + B) + \sum_{r=1}^{n} \frac{E_r}{b - s_r} \, Cos\,(s_r t + \beta_r)$$

$$-[\eta] = A \, Sin\,(bt + B) + \sum_{r=1}^{n} \frac{E_r}{b - s_r} \, Sin\,(s_r t + \beta_r)$$

$$[p] = C \, Cos\,(-bt + D) + \sum_{r=1}^{n} \frac{F_r}{b + \sigma_r} \, Cos\,(\sigma_r t + \delta_r)$$

[3]) Charlier Mech. des Himels Bd. I. p. 415—419.

$$-[q] = C\,Sin\,(-bt + D) + \sum_{r=1}^{n} \frac{F_r}{b + \sigma_r}\,Sin\,(\sigma_r\,t + \delta_r)$$

wo A, B, C, D Integrationskonstanten bedeuten.

Wenn man noch die Werte $[\xi] = e\,Cos\,\pi$, $[\eta] = -\,e\,Sin\,\pi$, $[p] = Sin\,i\,Cos\,\Omega$, $[q] = -\,Sin\,i\,Sin\,\Omega$ und die Bezeichnungen $\frac{E_r}{b - s_r} = G_r$, $\frac{F_r}{b + \sigma_r} = H_r$ einführt, erhält man endlich:

$$e\,Cos\,\pi = A\,Cos\,(bt + B) + \Sigma\,G_r\,Cos\,(s_r\,t + \beta_r)$$

$$e\,Sin\,\pi = A\,Sin\,(bt + B) + \Sigma\,G_r\,Sin\,(s_r\,t + \beta_r)$$

$$Sin\,i\,Cos\,\Omega = C\,Cos\,(-bt + D) + \Sigma\,H_r\,Cos\,(\sigma_r\,t + \delta_r)$$

$$Sin\,i\,Sin\,\Omega = C\,Sin\,(-bt + D) + \Sigma\,H_r\,Sin\,(\sigma_r\,t + \delta_r)$$

wo man zuerst die Konstanten A, B, C, D bestimmen muß, was leicht durchführbar ist, wenn man für eine bestimmte Zeit $t = 0$ die linken Seiten der Gleichungen als bekannt betrachtet.

Wenden wir jetzt diese Theorie auf unseren Fall an. Wir suchen die Störungen für die Epoche $t_0 + 2100$ $(t_0 = 1901{\cdot}0)$, für die wir schon die Marsstörungen nach der Gauß-Hill'schen Methode berechnet haben. Man muß jetzt also noch die Störungen von drei Planeten: Erde, Jupiter nnd Saturn berechnen. Nach der erwähnten Theorie muß man also zuerst für die Epoche $t_0 + 2100$ alle Koeffizienten M_r und die ensprechenden Werte β_r, ebenso N_r und δ_r auf Grund der Elemente aller großen Planeten, die auf dieselbe Epoche bezogen sein müssen, berechnen. Nach Auflösung der Klammerausdrücke $(0, i)$, $[0, i]$, muß man die Ausdrücke $b = \Sigma\,(0, i)$, $E_r = \Sigma\,[0, i]\,M_r^{(i)}$ und $F_r = \Sigma\,(0, i)\,N_r^{(i)}$ ausrechnen. Da wir drei Planeten ins Auge fassen (bezeichnen wir sie mit $i = 3, 5, 6$), so erhalten wir:

$$E_r = [0{,}3]\,M_r^{(3)} + [0{,}5]\,M_r^{(5)} + [0{,}6]\,M_r^{(6)}$$

$$F_r = (0{,}3)\,N_r^{(3)} + (0{,}5)\,N_r^{(5)} + (0{,}6)\,N_r^{(6)}$$

Sind diese Ausdrücke bekannt, so ist es leicht, die Konstanten und dann auch die Elemente für eine gewisse Epoche zu bestimmen. Obwohl man dann die Marsstörungen in den Endresultaten berücksichtigen kann, ist es doch interessanter, die Ausdrücke der Störungen selbständig herauszufinden und mit den Marsstörungen zu vereinigen, da wir diese Rechnung für verschiedene Zeitepochen wiederholen. Da von einer Epoche zu der anderen ungefähr um

2000 Jahre fortgeschritten wird, ist es vielleicht besser, dieses Intervall ($2000 = t$) für alle Epochen beizubehalten. Das kann nur ganz kleine Anderungen in der Rechnung, die man so wie so nicht für ganz genau halten kann, hervorbringen; andererseits aber ist es bequemer das Zeitintervall nicht zu ändern, wenn man die Endresultate miteinander vergleichen will.

Aus der Rechnung erhält man für die Störungen der drei Planeten folgende Werte:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}24820 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = +17{\cdot}12605 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}07510$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -18.26500$$

Wenn wir nun die früher erhaltenen Marsstörungen mit den jetzt erhaltenen Störungen der drei Planeten vereinigen, so erhalten wir folgende Säkularstörungen des Planeten Eros für die Epoche $t_0 + 2100$:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -0.25204 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = 16{\cdot}39725 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -0.03804$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -19.01538 \quad ^{1)}$$

Auf diesen Säkularstörungen fußend, wollen wir weiter gehen. Betrachten wir jetzt die Epoche $t_0 + 2100$ ($t_0 = 1901.0$), als Ausgangsepoche und suchen wir eine Epoche in der Zukunft, wo die Radien-Vektoren von Mars und Eros beinahe gleiche Werte auf der gemeinsamen Knotenlinie haben. Das ist dieselbe Aufgabe, die wir schon früher nur für eine andere Ausgangsepoche, nämlich die Epoche $t_0 = 1901.0$, gelöst haben. Wir sehen, daß man für die Epoche $(t_0 + 2100) + 4500 = t_0 + 6600$ folgende Elemente erhält:

$$e_E = 12^0 43' \quad \pi_E = 244^0 50' \quad i_E = 11^0 19' \quad \Omega_E = 7^0\ 30'$$

$$e_M = 5\ 41 \quad \pi_M = 95\ 53 \quad i_M = 1\ 50 \quad \Omega_M = 99\ \ 8$$

[1]) Die Störungswerte, mit denen die folgenden Rechnungen durchgeführt werden, weichen von diesen unbedeutend ab. In jeder Rechnung der Säkularstörungen der drei Planeten: Erde, Jupiter und Saturn wurden kleine Verbesserungen eingeführt. Deswegen wären auch alle folgenden Rechnungen zu verbessern. Da dies aber mit sehr großen Rechnungen verbunden wäre und keine wesentliche Rolle für die Schlußresultate gespielt hätte, so wurden die weiteren Rechnungen unverändert gelassen.

Die Länge des aufsteigenden Knotens beträgt $\Omega_{EM} = 358^0 20'$, und die Radien-Vektoren auf der Knotenlienie sind $r_E = 1{\cdot}521$, $r_M = 1{\cdot}529$. Diese Epoche kann man also als die Epoche der größten Annäherung der beiden Planeten betrachten. Früher hatten wir, von der Epoche t_0 ausgehend, eine andere Annäherungsepoche, nämlich $t_0 + 6200$ erhalten. Der Unterschied darf nicht befremden, da wir jetzt von einer anderen, späteren Epoche ausgehen, wo auch die Säkularstörungen etwas andere Werte haben.

Wählen wir noch eine intermediäre Epoche, für die wir die Epoche $(t_0 + 2100) + 2100 = t_0 + 4200$ annehmen wollen. Für diese Epoche erhalten wir folgende Elemente:

$$e_E = 12^0 44' \quad \pi_E = 199^0 51' \quad i_E = 11^0 6' \quad \Omega_E = 343^0 47'$$

$$e_M = 5\ 34 \quad \pi_M = 51\ 37 \quad i_M = 1\ 50 \quad \Omega_M = 81\ \ 5$$

Für den gemeinsamen Knoten hat man $\Omega_{EM} = 334^0 42'$, und die Radien-Vektoren der Knotenlinie $r_E = 1{\cdot}643$, $r_M = 1.477$. Wenn man diese Werte der Radien-Vektoren mit den früher für die Epoche $t_0 + 2100$ erhaltenen $r_E = 1{\cdot}728$ $r_M = 1{\cdot}439$ vergleicht, sieht man sofort, daß der Unterschied zwischen den Radien mit der Zeit kleiner wird, was wir auch erstreben. Das hat zur Folge, daß die Störungen mit der Zeit unregelmäßiger erscheinen. Die Rechnung ist wieder nach der Ganß-Hill'schen Methode durchgeführt worden, und die Werte aller Größen, die in Betracht kommen, sind auf der Tafel VI zusammengestellt. Es hat sich aber als unzureichend erwiesen, die Bahn in 24 äquidistante Intervalle nach der exzentrischen Anomalie zu teilen, deswegen wurde sie in 48 Intervalle, d. h. von $7{\cdot}^0 5$ zu $7{\cdot}^0 5$ geteilt. Wenn wir, z. B., lgR_0 betrachten und die Werte für eine Reihe von Winkeln aus der Tafel VI herauswählen, finden wir:

E	lgR_0
75	9·75197
82·5	9·82128
90	9·84208
97·5	9·51565
105	$0{\cdot}24919_n$
112·5	$0{\cdot}64475_n$
120	$0{\cdot}59037_n$

Man sieht, daß hier eine rasche Änderung stattfindet. Dasselbe kommt natürlich in den folgenden Summen:

$$R_0 \, Sin\, v + (Cos\, v + Cos\, E)\, S_0 \text{ und } - R_0 \, Cos\, v + \left(\frac{r}{a \, Cos^2 \varphi} + 1 \right) Sin\, v \quad S_0$$

ebenfalls zum Vorschein. Auf der Knotenlinie beträgt die wahre Anomalie 135° (die entsprechende exzentrische zirka 125°), dort aber wird der Radius-Vektor des Eros größer, als der des Mars (1·643 und 1·477). Da aber der Eros-Radius rasch wächst, findet man, daß in der Nähe vom gemeinsamen Knoten Eros vom Inneren der Marsbahn nach außen geht und daß sich dort das Zeichen von R_0 ändert. Weil jetzt der Unterschied zwischen den Radien-Vektoren in der Gegend des Knotens kleiner wird, als in der früheren Epoche, so tritt diese Änderung rascher ein. Deswegen war es auch notwendig kleinere Intervalle zu nehmen, um etwas genauere Resultate zu erhalten. Die Resultate der Rechnung, also die Säkularstörungen, die Mars auf Eros ausübt, sind folgende:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -\,0{\cdot}02179 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = -\,0{\cdot}76279 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = +\,0{\cdot}07034$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -\,0{\cdot}72970$$

und es ergibt sich:

$$Sin\, \varphi \,.\, \tfrac{1}{2} A_1^{(e)} + Cos\, \varphi \,.\, B_0^{(e)} = -\,0{\cdot}00015.$$

Für die drei anderen Planeten: Erde, Jupiter und Saturn ist, ebenso wie auch für die Epoche $t_0 + 2100$, die Methode von Charlier angewandt. Man mußte hier wieder für die neuen Elemente aller Planeten die Koeffizienten M_r und Winkel β_r, andererseits N_r und δ_r[1]) berechnen und mit diesen die ganze Rechnung durchführen: die Koeffizienten E_r und F_r, dann G_r und H_r finden. Es ergab sich:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -\,0{\cdot}26100 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = +\,17{\cdot}26500 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -\,0{\cdot}06800$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -\,18{\cdot}13950$$

Für alle vier Planeten erhalten wir endlich für die Epoche $t_0 + 4200$ folgende Säkularstörungen:

[1]) Smithsonian Contributions to Knowledge. Vol. XVIII.

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}28279 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = +16{\cdot}50221 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = +0{\cdot}00234$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -18{\cdot}86920$$

Mit diesen Störungswerten weitergehend, wollen wir zuerst wieder die Epoche suchen, wo die Radien-Vektoren der zwei Planeten auf der Knotenlinie beinahe gleiche Werte erhalten. Wir gehen von der Epoche $t_0 + 4200$ aus.

Für die Epoche $[t_0 + 4200] + 2700 = t_0 + 6900$ haben wir die Elemente:

$$e_E = 12^0 42' \quad \pi_E = 250^0 29' \quad i_E = 11^0 3' \quad \Omega_E = 10^0\ 1'$$

$$e_M = 5\ 42 \quad \pi_M = 101\ 22 \quad i_M = 1\ 50 \quad \Omega_M = 101\ 15$$

Die Länge des gemeinsamen Knotens ist $\Omega_{EM} = 359^0 19'$ und die Radien-Vektoren $r_E = 1{\cdot}494$ $r_M = 1{\cdot}540$.

Für diese Epoche berechnen wir nun nochmals alle Störungen. Eine größere Annäherung fände eigentlich für eine etwas frühere Epoche statt. Doch kommt es nicht näher darauf an, welche Epoche wir wählen. Die Hauptsache ist, sich eine Anschauung zu verschaffen, wie sich die Säkularstörungen bei einer so starken Annäherung der Bahnen verhalten. Die Resultate der Berechnung der Marsstörungen, die wieder nach der Gauß-Hill'schen Methode geführt worden ist, sind auf der Tafel VII zusammengestellt. Aus dieser Tafel ersieht man, daß, wenn diese Summen von 0^0, 15^0, 30^0 u. s. w. und andererseits von $7^0{\cdot}5$, $22^0{\cdot}5$, $37^0{\cdot}5$ u. s. w., für alle Größen bis N, P, Q, V untereinander so ziemlich stimmen, dies mit den Summen der Komponenten der Anziehungskraft R_0, S_0, W_0 nicht mehr der Fall ist. Somit muß also die Zerlegung der Erosbahn in 48 Teile als nicht hinreichend erscheinen. Die Ursache läßt sich leicht erkennen. Bei der Epoche $t_0 + 4200$ wurde schon erwähnt, daß R_0 in der Nähe der Knotenlinie, wenn die Radien-Vektoren beinahe gleiche Werte haben, einer raschen Änderung unterliegt. Dasselbe wird auch hier, nur noch in höherem Grade, stattfinden. Man sieht, daß $lg\, R_0$ solche Werte annimmt:

E	$lg\, R_0$
82.5	0·27276
90	0·55564
97·5	1·05467
105	0·80996
112·5	0·58036
120	0·42335

Eine so starke Änderung finden wir auch bei einer Drehung um 180°. Auch in S_0 kommen rasche Änderungen vor. Da die Radien-Vektoren in diesem Falle auf der Knotenlinie fast gleiche Werte haben, so erreichen R_0 und S_0 große Werte. Da sie dabei auch das Zeichen ändern, stimmen die Summen nicht mehr überein. Man sieht weiter, daß auch die Summen für $R_0 \, Sin\, v + (Cos\, E + Cos\, v)\, S_0$ und $W_0 \, Cos\, u$ nicht mehr stimmen; viel günstiger ist der Fall für die Summen von $-R_0 \, Cos\, v + \left(\frac{r}{a\, Cos^2 \varphi} + 1\right) Sin\, v \, . \, S_0$ und $W_0 \, Sin\, u$.

Die letztgenannten zwei Ausdrücke bilden die Störungen für den Knoten und das Perihel und sind viel größer, als die ersten für Exzentrizität und Neigung. Wenn also im allgemeinen die Methode für die Rechnung der Säkularstörungen in diesem Falle nicht hinreichend erscheint, so kann man doch grade die zwei größeren Störungen für den Knoten und das Perihel noch als ziemlich sicher betrachten, und nur die zwei anderen, die übrigens, klein bleiben, scheinen unsicher zu sein.

Die Resultate der Säkularstörungen, die Mars auf Eros ausübt, sind folgende:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = +0{\cdot}10989 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}66656 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}03434$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}59216$$

Es ergibt sich aus der Rechnung:

$$Sin\, \varphi \, . \, \tfrac{1}{2} A_1^{(e)} + Cos\, \varphi \, . \, B_0^{(e)} = -0{\cdot}00539,$$

was schon eine sehr große Abweichung darstellt und beweist, daß den Resultaten ein geringer Wert beizulegen ist. Wenn man diese

Werte mit denen für die Epoche $t_0 + 4200$ vergleicht, sieht man, daß $\frac{d\pi}{dt}$ und $\frac{d\Omega}{dt}$ ziemlich gut stimmen.

Für die drei Planeten: Erde, Jupiter und Saturn wird die Rechnung wieder nach Charlier durchgeführt. Ebenso wie früher muß man M_r, β_r und N_r, δ_r auf Grund der Elemente der acht großen Planeten für diese Epoche berechnen. Dann ergeben sich aus der Rechnung folgende Resultate der Säkularstörungen:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}23585 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = +17{\cdot}44100 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}05055$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -18{\cdot}02140$$

Die Säkularstörungen der vier Planeten sind also:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}12596 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = +16{\cdot}77444 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}08489$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -18{\cdot}61356$$

Wenn wir alle bisher berechneten Säkularstörungen zusammenstellen, so erhalten wir folgende Übersicht:

(Siehe Tabele Seite 832.)

Man erkennt aus dieser Zusammenstellung, daß die Säkularstörungen selbst bis zu einer so starken Annäherung der Bahnen hin wie sie die letzte Epoche aufweist, noch klein bleiben und überhaupt ihre Beträge so langsam ändern, daß wir sie mit Recht für lange Zeiträume als einfach der Zeit proportional betrachten durften.

Das Jahr 8800 als Epoche einer sehr starken Annäherung der Erosbahn an den Schnitt mit der Marsbahn erscheint daher so nahe gesichert, als es überhaupt in der Absicht unserer qualitativen Untersuchung lag.

Über die Gestaltung der periodischen Störungen bei einer solchen Annäherung der Bahnen wird späterhin zu sprechen sein.

Störungen durch Mars					
Epoche	e	π	i	Ω	L
1900	+ 0·0141	— 0·6946	+ 0·0548	— 0·7499	+ 0·1379
4000	— 0·0038	— 0·7288	+ 0·0371	— 0·7504	
6100	— 0·0218	— 0·7628	+ 0·0703	— 0·7297	
8800	+ 0·1099	— 0·6666	— 0·0343	— 0·5922	

Störungen durch Erde, Jupiter, Saturn					
Epoche	e	π	i	Ω	L
1900	— 0·3398[1])	+ 17·783	— 0·1898	— 18·271	— 6·9239
4000	— 0·2482	+ 17·126	— 0·0751	— 18·265	
6100	— 0·2610	+ 17·265	— 0·0680	— 18·139	
8800	— 0·2359	+ 17·441	— 0·0506	— 18·021	

§. 6. Die letzte kritische Epoche in der Vergangenheit.

Wir wollen noch eine Frage besprechen, die mit der eben behandelten im Zusammenhange steht. Wenn es interessant war, zu zeigen, daß es in der Zukunft eine Epoche geben wird, wo infolge der Säkularstörungen die zwei Bahnen in eine derartige Lage geraten werden, daß die Planeten auf der Knotenlinie einander sehr nahekommen können, so ist es nicht minder interessant zu untersuchen, wie es mit der Vergangenheit steht. Mit anderen Worten: wir wollen jetzt die Verschiebung der zwei Bahnen in der Ver-

[1]) Man sieht, daß die Störungen durch Erde, Jupiter, Saturn für die Epoche 1900 mit denen für die weiteren Epochen nicht gut übereinstimmen. Die Abweichung kann man dadurch vielleicht erklären, daß die Störungen für die erste Epoche (1900) nach der Gauß'schen Methode und für die weiteren nach Charlier gerechnet sind. Wenn man aber die letzte Methode auch für die Epoche 1900 anwendet, so findet man für die Störungen folgende Werte für e, π, i, Ω: — 0·2362, + 17·1348, — 0·1272, — 18·449, welche schon besser mit den Störungswerten für die Epochen: 4000, 6100, 8800 übereinstimmen.

gangenheit einer eingehenden Prüfung unterziehen, um zu erfahren, wann ein solcher Fall stattgefunden hat, wie derjenige, den wir für die Zukunft besprochen haben.

Durch Anführung einiger Resultate möge die Frage klar gestellt und gleichzeitig bewiesen werden, wie sich die Sache in den beiden Knoten verhält.

Für die Epoche $t_0 - 3000$ haben wir die Elemente:

$$e_E = 13^0 5' \quad \pi_E = 65^0\ 4' \quad i_E = 10^0 42' \quad \Omega_E = 275^0 40'$$

$$e_M = 5\ 11 \quad \pi_M = 278\ 59 \quad i_M = 1\ 51 \quad \Omega_M = 25\ 39$$

Der gemeinsame (für Eros aufsteigende) Knoten ist $\Omega_{EM} = 266^0 58'$ und die Radien-Vektoren für den aufsteigenden Knoten sind $r_E = 1{\cdot}751$, $r_M = 1{\cdot}388$ für den absteigenden $r_E = 1{\cdot}143$, $r_M = 1{\cdot}658$.

Für die Epoche $t_0 - 6000$ haben wir die Elemente:

$$e_E = 13^0 17' \quad \pi_E = 9^0\ 31' \quad i_E = 10^0 34' \quad \Omega_E = 248^0 25'$$

$$e_M = 5\ 2 \quad \pi_M = 223\ 37 \quad i_M = 1\ 53 \quad \Omega_M = 2\ 31$$

Der gemeinsame Knoten ist $\Omega_{EM} = 239^0 47'$ und die Radien-Vektoren für den aufsteigenden Knoten $r_E = 1{\cdot}619$, $r_M = 1{\cdot}395$, für den absteigenden $r_E = 1{\cdot}204$, $r_M = 1{\cdot}650$. Schon jetzt ist es ersichtlich und wird in den weiteren Epochen noch ersichtlicher sein, daß die Annäherung eher im aufsteigenden Knoten stattfindet. Deswegen wollen wir nur diesen näher untersuchen.

Für die Epoche $t_0 - 8000$ haben wir:

$$\begin{array}{llll} e_E = 13^0 25' & \pi_E = 332^0 48' & & \\ i_E = 10^0 27' & \Omega_E = 230^0 34' & & \\ e_M = 4\ 56 & \pi_M = 187\ 15 & \Omega_{EM} = 222^0 1' & r_E = 1{\cdot}503 \quad r_M = 1{\cdot}413. \\ i_M = 1\ 54 & \Omega_M = 347\ 5 & & \end{array}$$

Für die Epoche $t_0 - 9000$ ergibt sich:

$$\begin{array}{llll} e_E = 13^0 29' & \pi_E = 314^0 32' & & \\ i_E = 10^0 23' & \Omega_E = 221^0 50' & & \\ e_M = 4\ 53 & \pi_M = 168\ 29 & \Omega_{EM} = 213^0 20' & r_E = 1{\cdot}444 \quad r_M = 1{\cdot}427. \\ i_M = 1\ 54 & \Omega_M = 339\ 22 & & \end{array}$$

Für die Epoche $t_0 - -9300$ erhält man:

$$e_E = 13^0 30' \quad \pi_E = 309^0 4'$$
$$i_E = 10^0 22' \quad \Omega_E = 219^0 15'$$
$$e_M = 4\ 52 \quad \pi_M = 162\ 57 \quad \Omega_{EM} = 210^0 44' \quad r^E = 1{\cdot}427 \quad r_M = 1{\cdot}431.$$
$$i_M = 1\ 54 \quad \Omega_M = 337\ 2$$

Hier ist also die Epoche, wo die Annäherung der zwei Planeten in der Vergangenheit stattgefunden hat. Diese Epoche ist von der jetzigen viel weiter entfernt, als die entsprechende für die Zukunft. Dieser Umstand ist leicht zu erklären. Die Geschwindigkeit der Bewegungen der Perihelien ist ungefähr zweimal größer, als die des gemeinsamen Knotens. Wenn wir also von der jetzigen Epoche aus rückwärts gehen, finden wir leicht, daß das Perihel der Erosbahn sich dem gemeinsamen Knoten nähert. Dann erreichen die Radien-Vektoren der Erosbahn auf der Knotenlinie ihre Grenzwerte und der Unterschied zwischen Mars- und Eros-Radien ist natürlich sehr groß. Erst nach dieser Epoche wird der Unterschied sich verringern und deswegen liegt in der Vergangenheit die kritische Epoche entfernter. Um sich dieser Epoche zu nähern, werden wir nicht mehr so viel intermediäre Epochen annehmen, wie für die Zukunft, weil es sich in dem früheren Falle gezeigt hat, daß die säkularen Störungen sich mit der Zeit wenig ändern.

Berechnen wir für die Epoche $t_0 - 4600$, die in der Mitte der Epoche der größten Annäherung liegt, die säkularen Störungen und suchen wir dann wieder die Annäherungsepoche.

Für die Epoche $t_0 - 4600$ findet man die Elemente:

$$e_E = 13^0 11' \quad \pi_E = 35^0\ 29' \quad i_E = 10^0 38' \quad \Omega_E = 261^0 4'$$
$$e_M = 5\ 6 \quad \pi_M = 249\ 59 \quad i_M = 1\ 53 \quad \Omega_M = 13\ 50$$

Die Länge des gemeinsamen Knotens wird $\Omega_{EM} = 252^0 25'$ sein und die Radien-Vektoren $r_E = 1{\cdot}691$, $r_M = 1{\cdot}388$. Die Marsstörungen sind, wie gewöhnlich, nach der Gauß-Hill'schen Methode berechnet und die Resultate auf der Tafel VIII zusammengestellt.

Aus diesen Resultaten ergeben sich folgende Säkularstörungen:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = +0{\cdot}05328 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}65116 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}06021$$
$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}70730$$

und weiter:

$$Sin\,\varphi \,.\, \tfrac{1}{2} A_1^{(v)} + Cos\,\varphi\, B_0^{(v)} = -0{\cdot}00005.$$

Für die Berechnung der Säkularstörungen, welche die drei Planeten (Erde, Jupiter und Saturn) auf Eros ausüben, wurde, wie auch früher, die Methode von Charlier angewandt. Auf Grund der Elemente aller großen Planeten für diese Epoche werden die Größen M_r, β_r, N_r, δ_r und dann, wie vorher, die Störungen berechnet. Es ergeben sich folgende Säkularstörungen:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}27980 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = +16{\cdot}77380 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}11740$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -18{\cdot}66075.$$

Für die Säkularstörungen, die alle vier Planeten auf Eros ausüben, erhält man folgende Werte:

$$\left[\frac{de}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}22652 \qquad \left[\frac{d\pi}{dt}\right]_{00} = +16{\cdot}12264 \qquad \left[\frac{di}{dt}\right]_{00} = -0{\cdot}17761$$

$$\left[\frac{d\Omega}{dt}\right]_{00} = -19{\cdot}36805.$$

Wenn wir jetzt mit diesen Werten der Säkularstörungen weiter in die Vergangenheit zurückgreifen, müssen wir zu einer Epoche kommen, wo Mars und Eros sich auf der Knotenlinie einander bedeutend genähert haben. Eine kleine Überlegung zeigt sofort, daß für die Epoche $t_0 - 9600$, wo die Elemente folgende Werte annehmen:

$$e_E = 13^0 30' \quad \pi_E = 305^0 36' \quad i_E = 10^0 23' \quad \Omega_E = 217^0 35'$$

$$e_M = 4\ 37 \quad \pi_M = 159\ 50 \quad i_M = 2\ \ 2 \quad \Omega_M = 334\ 44,$$

der gemeinsame Knoten $\Omega_{EM} = 208^0 17'$ sein wird, und die Radien-Vektoren $r_E = 1{\cdot}426$ $r_M = 1{\cdot}437$. Für die Epoche $t_0 - 9200$ erhält man:

$$e_E = 13^0 29' \quad \pi_E = 312^0 44'$$

$$i_E = 10^0 24' \quad \Omega_E = 221^0 3'$$

$$e_M = 4\ 52 \quad \pi_M = 164\ 47 \qquad \Omega_{EM} = 212^0 22' \quad r_E = 1{\cdot}439 \quad r_M = 1{\cdot}432$$

$$i_M = 1\ 54 \quad \Omega_M = 337\ 49$$

und für die Epoche $t_0 - 9300$ erhält man:

$$\begin{array}{ll} e_E = 13^0 29' & \pi_E = 310^0 57' \\ i_E = 10^0 24' & \Omega_E = 220^0 12' \\ e_M = 4\ 48 & \pi_M = 163\ 33 \\ i_M = 1\ 56 & \Omega_M = 337\ \ 3 \end{array} \quad \Omega_{EM} = 211^0 33' \quad r_E = 1{\cdot}433 \quad r_M = 1{\cdot}433.$$

Wir finden also, daß eine Annäherung für die Epoche $t_0 - 9300$ stattfindet. Dieselbe Epoche haben wir gefunden, von der Epoche t_0 ausgehend. Jetzt könnte man, wie wir das für die Zukunft getan haben, weiter zu der Epoche $t_0 - 9300$ übergehen und für diese alle Störungen berechnen. Für die zukünftigen Epochen aber haben wir schon gefunden, daß die Störungen bei einer solchen Annäherung unregelmäßiger werden, d. h. die Werte der Störungskomponenten in Beziehung auf verschiedene Anomaliewinkel rasche und größere Änderungen erleiden, die Schlußwerte der Säkularstörungen jedoch beinahe gleich bleiben. Deswegen hat es keinen Zweck mehr, hier nochmals diese Störungen zu berechnen. Die Überzeugung genügt, daß eine derartige Annäherungsepoche in zirka $t_0 - 9300$ J. existiert hat.

Wir kommen also zu folgendem Schlusse:

Die letzte kritische Epoche, bei welcher ein Schnitt von Eros- und Marsbahn stattfand, lag um das Jahr 7400 v. Chr. Die nächste kritische Epoche fällt um das Jahr 8800 n. Chr.

§. 7. Die Gesamtstörungen in den kritischen Epochen.

Es handelt sich jetzt darum, eine Vorstellung davon zu gewinnen, welche Änderung die Erosbahn in einer solchen kritischen Epoche erleidet. Die kritische Epoche ist dadurch charakterisiert, daß sich in ihr die Bahnen schneiden. Man könnte nun direkt fragen, in welchem Momente um die kritische Epoche die Distanz der beiden Planeten ihr Minimum erreicht, und wie groß diese minimale Distanz ist. Die Lösung dieser Frage wäre aber schwierig und, weil sie auf eine approximative Bestimmung der kritischen Epoche und der respektiven Elemente beider Bahnen basiert, auch unsicher. Wir werden uns also auf eine einfachere Aufgabe beschränken und untersuchen, ob während einer kritischen Epoche auch die beiden Planeten selbst nahe gleichzeitig in den Schnittpunkt der Bahnen eintreffen werden. Versuchen wir diese Frage für die Annäherungs-

epoche, die wir für die Zukunft erhalten haben, zu lösen. Wir haben die Säkularstörungen für die extreme Epoche $t_0 + 6900$ berechnet; in diesem Falle nehmen Mars- und Eros-Perihelien eine solche Lage ein, daß die Radien-Vektoren fast gleiche Werte auf der Knotenlinie erhalten. Eine nähere Untersuchung zeigt, daß die Annäherung noch schärfer in der Epoche $t_0 + 6700$ stattfindet. Dieser Epoche wollen wir uns also zuwenden.

Im ganzen suchen wir also nach einer Epoche von zirka $t_0 + 6700$ Jahren, wo die zwei Bahnen erstens auf dem gemeinsamen Knoten beinahe gleiche Radien-Vektoren haben, und zweitens, wo die beiden Planeten sich in dieser Epoche beinahe gleichzeitig auf der Knotenlinie befinden. Wenn wir eine solche Lage der Planeten herausfinden, kommen wir zu einem höchst interessantem Falle der Planetenbewegungen: die Planeten kommen in dieser Zeit einander ganz nahe und dann muß der störende Planet, in diesem Falle Mars, einen solchen Einfluß auf Eros ausüben, daß die Störungen in dieser Lage sehr große Werte bekommen, und die Erosbahn eine starke Umformung erleidet.

Eros' mittlere Bewegung (736030″ jährlich) ist größer, als die des Mars (689051″ jährlich); infolgedessen bewegt sich Eros schneller und macht einen vollen Umlauf in kürzerer Zeit. Wenn wir also die zwei Planeten auf ihren Bahnen laufen lassen und diese Bewegung verfolgen, z. B. in Hinsicht auf einen Planeten, sagen wir auf Eros, so finden wir, daß, wenn Eros einen ganzen Umlauf vom Knoten zum Knoten macht, Mars einwenig zurückbleibt. Die Entfernung ändert sich um einen gewissen Winkel. Wiederholen sich solche Umläufe mehrmals, so wird die Winkelentfernung immer kleiner und schließlich kommt ein Moment, wo die zwei Planeten beinahe gleichzeitig durch den Knoten gehen.

Versuchen wir zuerst einen solchen Moment zu finden.

Mit der Ausgangsepoche (1901·0) erhalten wir für die mittleren Längen folgende Ausdrücke:

$$\left.\begin{array}{l}(\text{Eros})\ L = 99^0\ \ 26'\ 46''.8 + (56^r + 966570''.7)\ T \\ (\text{Mars})\ L = 125\ \ \ 9\ \ 52\ .\ 5 + (53^r + 222117''.6)\ T\end{array}\right\}\ \text{wo } T = 100\,J \text{ ist.}$$

Mit diesen Werten finden wir die mittleren Längen für die neue Ausgangsepoche $(t_0 + 6700)$:

$$L_E = 88^0\ 24'\ 4'' \qquad L_M = 300^0\ 24'\ 54''$$

und der mittleren Anomalien:

$$M_E = 201^0\ 40'\ 43'' \qquad M_M = 202^0\ 43'\ 44''$$

Von den mittleren Anomalien muß man in jedem Falle zu den exzentrischen übergehen und auf Grund der letzten die wahren Anomalien und Radien-Vektoren finden.

Gehen wir weiter und berechnen für jede Zeit die mittleren Anomalien und die entsprechenden mittleren Längen, so gelangen wir schrittweise zu einer Annäherung der zwei Planeten Einige Zahlen mögen angeführt werden:

Für $x + 10\ J.$ (wo $x = t_0 + 6700$ ist) erhält man:

$x + 10$	$M_E = 86^0\ \ 12'\ 22''$	$M_M = 316^0\ 45'\ 53''$
$x + 13$	$M_E = 339\ \ 33\ \ 52$	$M_M = 170\ \ 58\ \ 6$
$x + 13{\cdot}5$	$M_E = 81\ \ 47\ \ 26$	$M_M = 266\ \ 40\ \ 11$
$x + 13{\cdot}54$	$M_E = 89\ \ 58\ \ 7$	$M_M = 274\ \ 19\ \ 33$

entsprechende mittlere Längen:

$L_E = 333^0$ (zirka)	$L_M = 55^0$
$L_E = 285$	$L_M = 267$
$L_E = 327$	$L_M = 3$
$L_E = 386$	$L_M = 11$

Für $x + 13{\cdot}547$ erhält man die exzentrischen Anomalien $E_E = 102^0\ 16'\ 26''$, $E_M = 268^0\ 38'\ 59'$, dann die wahren Anomalien $v_E = 114^0\ 23'\ 54'$ $v_M = 262^0\ 58'\ 16''$. Diese zwei Winkel, mit Berücksichtigung der Perihellängen $\pi_E = 246^0\ 43'\ 21''$ und $\pi_M = 97^0\ 41'\ 10''$, zeigen, daß die zwei Planeten sich in einer sehr kleinen Winkelentfernung und gleichzeitig auch sehr nahe an der Knotenlinie (gem. Knoten $\Omega = 1^0\ 14'$) befinden. Diesen wahren Anomalien entsprechen die Radien-Vektoren $lg\, r_E = 0{\cdot}18363$, $lg\, r_M = 0{\cdot}18391$.

Bleiben wir bei dieser Epoche, um die Frage über die Störungen bei dieser Annäherung zu untersuchen. Es ist sehr bequem in diesem Falle die Methode der Variation der Konstanten anzuwenden. Wie früher, zerlegt man die störende Kraft in die drei Komponenten: R_0 in der Richtung des Radius-Vektors, positiv gerechnet, wenn sich der Radius-Vektor vergrößert, S_0 senkrecht auf demsel-

ben. positiv in der Richtung der Bewegung des Himmelskörpers, endlich W_0 senkrecht auf der Bahnebene, positiv, wenn die Bewegung vom Pol der positiven Z — Achse gesehen gegen den Uhrzeiger vorangeht.

Die allgemeinen Formeln [1]) für diese Komponenten sind:

$$\Sigma k^2 m_1 \left\{ \frac{\xi_1 - r}{\varrho^3} - \frac{\xi_1}{r_1^{\,3}} \right\} = R_0$$

$$\Sigma k^2 m_1 \left\{ \frac{\eta_1 - r}{\varrho^3} - \frac{\eta_1}{r_1^{\,3}} \right\} = S_0$$

$$\Sigma k^2 m_1 \left\{ \frac{\zeta_1 - r}{\xi^3} - \frac{\zeta_1}{r_1^{\,3}} \right\} = W_0$$

fernen, wenn

$$R = \frac{R_0}{(w\,k)\sqrt{p}} \quad ; \quad S = \frac{S_0}{(w\,k)\sqrt{p}} \quad , \quad W = \frac{W_0}{(w\,k)\sqrt{p}} \qquad \text{ist,}$$

so hat man folgende Formeln [2]) für die Varation der Elemente:

$$\delta i = r\,Cos\,u\,.\,W$$

$$\delta \Omega = \frac{r\,Sin\,u}{Sin\,i}\cdot W$$

$$w\,\delta\,\mu = -\frac{3\,(w\,k)}{\sqrt{a}}\,Sin\,\varphi\,.\,Sin\,v\,.\,R - \frac{3\,(w\,k)}{\sqrt{a}}\cdot\frac{p}{r}\cdot S$$

$$\delta L = -(2r\,Cos\varphi + p\,Cos\,v\,tg\tfrac{1}{2}\varphi)\,R + (r+p)\,Sin\,v\,tg\tfrac{1}{2}\varphi\,.\,S + r\,Sin\,u\,.\,tg\tfrac{1}{2}i\,.\,W$$

$$\delta\tau = -\frac{p\,Cos\,v}{Sin\,\varphi}\cdot R + (r+p)\,\frac{Sin\,v}{Sin\,\varphi}\cdot S + r\,Sin\,u\,tg\,\tfrac{1}{2}\,i\,.\,W$$

$$\delta\varphi = a\,Cos\,\varphi\,.\,Sin\,v\,.\,R + a\,Cos\,\varphi\,(Cos\,v + Cos\,E)\,S$$

$$\Delta L = \int \frac{\delta L}{d\tau}\,d\tau + \int dt \int \frac{\delta\mu}{d\tau}\,d\tau.$$

Um diese Formeln in unserem Falle anzuwenden, wollen wir der Methode folgen, die Dr. Strömgren im Aufsatze: „Über die gegenseitigen Störungen zweier einander nahekommenden kleinen

[1]) Oppolzer. Bahnbestimmung. Bd. II p. 226.
[2]) „ „ „ p. 222

Planeten" [3]) angewandt hat. Die Methode besteht in der Entwickelung der Koordinaten nach Potenzen der Zeit.

Aus den Formeln:

$$x = r \, Sin\, a \, Sin\,(v + A')$$

$$y = r \, Sin\, b \, Sin\,(v + B')$$

$$z = r \, Sin\, c \, Sin\,(v + C')$$

wo a, A', b, B', c, C' bekannte Konstanten sind, erhält man durch Differentiation:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{k}{\sqrt{p}} \, Sin\, a \, Cos\,(v + A') + \frac{k}{\sqrt{p}} \, e \, Sin\, a \, Cos\, A' \qquad \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k^2 x}{r^2}$$

$$\frac{d^3x}{dt^3} = -\frac{k^3\sqrt{p}}{r^4} \, Sin\, a \, Cos\,(v + A') + \frac{2k^3 e}{r^3\sqrt{p}} \, Sin\, a \, Sin\,(v + A') \, Sin\, v$$

$$\frac{d^4x}{dt^4} = \frac{k^4 p}{r^6} \, Sin\, a \, Sin\,(v + A') + \frac{4k^4 e}{r^5} \, Sin\, a \, Cos\,(v + A') \, Sin\, v +$$

$$+ \frac{2k^4 e}{r^6} \, Sin\, a \, Sin\,(2v + A') - \frac{6k^4 e^2}{r^4 p} \, Sin\, a \, Sin\,(v + A') \, Sin^2 v$$

$$\frac{d^5x}{dt^5} = \frac{k^5 p^{3/2}}{r^8} \, Sin\, a \, Cos\,(v + A') - \frac{18k^5\sqrt{p}}{r^7} \, Sin\, a \, Sin\,(v + A') \, Sin\, v +$$

$$+ \frac{16k^5 e\sqrt{p}}{r^7} \, Sin\, a \, Cos\,(v + A') \, Cos\, v - \frac{36k^5 e^2}{r^6\sqrt{p}} \, Sin\, a \, Cos\,(v + A') \, Sin^2 v -$$

$$- \frac{32k^5 e^2}{r^6\sqrt{p}} \, Sin\, a \, Sin\,(v + A') \, Sin\, v \, Cos\, v + \frac{24k^5 e^3}{r^5 p^{3/2}} \, Sin\, a \, Sin\,(v + A') \, Sin^3 v$$

$$\frac{d^6x}{dt^6} = -\frac{k^6 p^2}{r^{10}} \, Sin\, a \, Sin\,(v + A') - \frac{42k^6 pe}{r^9} \, Sin\, a \, Cos\,(v + A') \, Sin\, v -$$

$$\frac{34k^6 pe}{r^9} \, Sin\, a \, Sin\,(v + A') \, Cos\, v + \frac{162k^6 e^2}{r^8} \, Sin\, a \, Sin\,(v + A') \, Sin^2 v -$$

$$- \frac{216k^6 e^2}{r^8} \, Sin\, a \, Cos\,(v + A') \, Sin\, v \, Cos\, v - \frac{32k^6 e^2}{r^8} \, Sin\, a \, Sin\,(v + A') \, Cos\, 2v +$$

[3]) Astronomische Nachrichten. Bd. 165.

$$+\frac{258k^6e^3}{r^7p}\,Sin\,a\,Sin(v+A')\,Sin^2v\,Cos\,v+\frac{240k^6e^3}{r^7p}\,Sin\,a\,Cos(v+A')\,Sin^3v-$$

$$-\frac{120k^6e^4}{r^6p^2}\,Sin\,a\,Sin(v+A')\,Sin^4v.$$

Wenn man a, A' mit b, B' und dann mit c, C' vertauscht, erhält man ganz analoge Werte für $\frac{dy}{dt}$, $\frac{d^2y}{dt^2}\ldots$, $\frac{dz}{dt}$, $\frac{d^2z}{dt^2}\ldots$.

Die Elemente der zwei Planeten sind auf die Epoche t_0+6700 reduziert:

Eros	Mars	
$M = 243^0\ 38'\ 58''$	$M_1 = 202^0\ 43'\ 46''$	
$e = 12\ 41\ 48$	$e_1 = 5\ 41\ 15$	
$\pi = 246\ 43\ 21$	$\pi_1 = 97\ 41\ 10$	*Mittl. Aequ.* t_0+6700
$i = 11\ 3\ 43$	$i_1 = 1\ 49\ 39$	
$\Omega = 8\ 3\ 7$	$\Omega_1 = 100\ 19\ 5$	
$lg\,a = 0{\cdot}16380$	$lg\,a_1 = 0{\cdot}18290$	

Mit Hilfe der Mac-Laurin'schen Reihe:

$$x = x_0 + \frac{t}{1!}\frac{dx_0}{dt} + \frac{t^2}{2!}\frac{d^2x_0}{dt^2} + \frac{t^3}{3!}\frac{d^3x_0}{dt^3} + \ldots$$

erhält man die Koordinaten der beiden Körper nach Potenzen der Zeit entwickelt. Mit Hilfe dieser Reihe und der Formeln für $\frac{dx}{dt}, \frac{d^2x}{dt^2}\ldots$, wenn man für $t=0$ die Zeit $+13^a.\,54$ annimt, (es ist überflüssig, die Elemente auf eine nähere Epoche zu reduzieren, da diese Berechnung überhaupt einen mehr qualitativen Charakter hat), erhält man folgende Reihen:

$$x = 1{\cdot}52554 + 0{\cdot}026960\left(\frac{t}{10}\right) - 0{\cdot}006348\left(\frac{t}{10}\right)^2 + 0{\cdot}0000842\left(\frac{t}{10}\right)^3 +$$
$$+ 0{\cdot}00000172\left(\frac{t}{10}\right)^4 - 0{\cdot}000000206\left(\frac{t}{10}\right)^5 + 0{\cdot}0000000096\left(\frac{t}{10}\right)^6$$

$$y = 0{\cdot}04431 + 0{\cdot}111287\left(\frac{t}{10}\right) - 0{\cdot}000184\left(\frac{t}{10}\right)^2 - 0{\cdot}0001508\left(\frac{t}{10}\right)^3 +$$
$$+ 0{\cdot}00000165\left(\frac{t}{10}\right)^4 - 0{\cdot}000000144\left(\frac{t}{10}\right)^5 + 0{\cdot}0000000010\left(\frac{t}{10}\right)^6$$

$$z = -0{\cdot}01976 + 0{\cdot}073288\left(\frac{t}{10}\right) + 0{\cdot}000082\left(\frac{t}{10}\right)^2 - 0{\cdot}0001032\left(\frac{t}{10}\right)^3 +$$
$$+ 0{\cdot}00000105\left(\frac{t}{10}\right)^4 - 0{\cdot}000000089\left(\frac{t}{10}\right)^5 + 0{\cdot}0000000003\left(\frac{t}{10}\right)^6$$

$$x_1 = 1{\cdot}52641 - 0{\cdot}015367\left(\frac{t}{10}\right) - 0{\cdot}006340\left(\frac{t}{10}\right)^2 - 0{\cdot}0000359\left(\frac{t}{10}\right)^3 +$$
$$+ 0{\cdot}00000404\left(\frac{t}{10}\right)^4 + 0{\cdot}000000135\left(\frac{t}{10}\right)^5 + 0{\cdot}0000000012\left(\frac{t}{10}\right)^6$$
$$y_1 = 0{\cdot}03458 + 0{\cdot}127577\left(\frac{t}{10}\right) - 0{\cdot}000144\left(\frac{t}{10}\right)^2 - 0{\cdot}0001779\left(\frac{t}{10}\right)^3 -$$
$$- 0{\cdot}00000231\left(\frac{t}{10}\right)^4 + 0{\cdot}000000036\left(\frac{t}{10}\right)^5 + 0{\cdot}0000000041\left(\frac{t}{10}\right)^6$$
$$z_1 = - 0{\cdot}03757 + 0{\cdot}053096\left(\frac{t}{10}\right) + 0{\cdot}000156\left(\frac{t}{10}\right)^2 - 0{\cdot}0000706\left(\frac{t}{10}\right)^3 -$$
$$- 0{\cdot}00000109\left(\frac{t}{10}\right)^4 + 0{\cdot}000000010\left(\frac{t}{10}\right)^5 + 0{\cdot}0000000016\left(\frac{t}{10}\right)^6$$
$$x_1 - x = + 0{\cdot}00087 - 0{\cdot}042327\left(\frac{t}{10}\right) + 0{\cdot}000008\left(\frac{t}{10}\right)^2 - 0{\cdot}0001201\left(\frac{t}{10}\right)^3 +$$
$$+ 0{\cdot}00000232\left(\frac{t}{10}\right)^4 + 0{\cdot}000000341\left(\frac{t}{10}\right)^5 - 0{\cdot}0000000084\left(\frac{t}{10}\right)^6$$
$$y_1 - y = - 0{\cdot}00973 + 0{\cdot}016290\left(\frac{t}{10}\right) + 0{\cdot}000040\left(\frac{t}{10}\right)^2 - 0{\cdot}0000271\left(\frac{t}{10}\right)^3 -$$
$$- 0{\cdot}00000396\left(\frac{t}{10}\right)^4 + 0{\cdot}000000180\left(\frac{t}{10}\right)^5 + 0{\cdot}0000000031\left(\frac{t}{10}\right)^6$$
$$z_1 - z = - 0{\cdot}01781 - 0{\cdot}020192\left(\frac{t}{10}\right) + 0{\cdot}000074\left(\frac{t}{10}\right)^2 + 0{\cdot}0000326\left(\frac{t}{10}\right)^3 -$$
$$- 0{\cdot}00000214\left(\frac{t}{10}\right)^4 + 0{\cdot}000000099\left(\frac{t}{10}\right)^5 + 0{\cdot}0000000013\left(\frac{t}{10}\right)^6$$

Aus diesen Formeln kann man die Entfernung der beiden Planeten erhalten; es ergibt sich nämlich:

$$\varrho^2 = 0{\cdot}00041263 + 0{\cdot}00032859\left(\frac{t}{10}\right) + 0{\cdot}00246122\left(\frac{t}{10}\right)^2 - 0{\cdot}00000043\left(\frac{t}{10}\right)^3 -$$
$$+ 0{\cdot}00000812\left(\frac{t}{10}\right)^4 + 0{\cdot}00000007\left(\frac{t}{10}\right)^5 - 0{\cdot}00000003\left(\frac{t}{10}\right)^6$$

Durch die Substitution:

$$\frac{t}{10} = [9{\cdot}60633]\,\tau - 0{\cdot}06675$$

erhält man eine Reihe, wo die erste Potenz von τ fehlt, nämlich:

$$\varrho^2 = 0{\cdot}00040167\,[1 + \tau^2 - 0{\cdot}00042573\,\tau^3 + 0{\cdot}00053302\,\tau^4 +$$
$$+ 0{\cdot}00000224\,\tau^5 - 0{\cdot}00000032\,\tau^6],$$

wo $\tau = 0$ mit der Zeit der größten Annäherung zusammenfällt und $\varrho_0 = 0{\cdot}020042$ ist.

Dr. Strömgren zeigt in dem genannten Artikel [1]), daß, wenn die

[1]) Astronomische Nachrichten. Bd. 165. p. 19.

Reihen für die Koordinaten der Planeten sehr lange konvergent sind, die Reihe für den Ausdruck ϱ^2 nur sehr kurz konvergent ist und daß man eine konvergentere Reihe erhält, wenn man im Ausdrucke für $\frac{1}{\varrho^3}$ den Faktor $(1 + \tau^2)$ aussondert. In unserem Falle entspricht der Konvergenz der Reihe $t < 3{\cdot}4$; man kann also die Reihe für $\frac{1}{\varrho^3}$ nur in jenem kurzen Intervalle brauchen. Hingegen sind die Reihen für die Koordinaten lange Zeit konvergent. So. z. B., betragen für $+10$ Tage die direkt berechneten Werte für Eros:

$$x = 1{\cdot}54621 \quad y = 0{\cdot}15527 \quad z = 0{\cdot}05352$$

und nach den Reihen:

$$x = 1{\cdot}54624 \quad y = 0{\cdot}15526 \quad z = 0{\cdot}05351$$

Ebenso stellen sich die Zahlen für Mars. Auch für eine längere Zeit herrscht noch eine genügende Übereinstimmung.

Bildet man aber nach Strömgren die folgende Reihe:

$$\frac{1}{\varrho^3} = \frac{0}{0{\cdot}00000805}\left[\frac{1}{(1+\tau^2)^{3/2}} + 0{\cdot}00063860\,\frac{\tau^3}{(1+\tau^2)^{5/2}} - \right.$$
$$- 0{\cdot}00079953\,\frac{\tau^4}{(1+\tau^2)^{5/2}} - 0{\cdot}00000366\,\frac{\tau^5}{(1+\tau^2)^{5/2}} +$$
$$\left. + 0{\cdot}00000048\,\frac{\tau^6}{(1+\tau^2)^{5/2}}\right]$$

so kann man sich leicht überzeugen, daß diese Reihe viel konvergenter ist.

Aus dem direkt berechneten Werte für $+10$ Tage erhalten wir $\varrho^3 = 0{\cdot}0001814$, und die Reihe gibt $\varrho^3 = 0{\cdot}0001818$.

Bei Oppolzer[1]) sind die Formeln zusammengestellt, die die Variation der Elemente ergeben. Auf Grund der Reihen für die Koordinaten x, y, z, x_1, y_1, z_1, kann man auch die Ausdrücke, die in den Formeln von Oppolzer vorkommen, zu Reihen entwickeln. Das sind die Ausdrücke für $r\,Sin\,u$, $r\,Cos\,u$, $r\,Sin\,v$, $Sin\,v$, $Cos\,v$, r, $\frac{1}{r}$, $Cos\,E$, ξ_1, η_1, ζ_1, die man in Reihen aus folgenden Formeln erhalten kann:

[1]) Oppolzer. Bahnbestimmung. Bd. II. p. 235—236.

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \qquad Sin\, u = \frac{r\, Sin\, u}{r} \qquad Sin\, v = \frac{r\, Sin\, v}{r}$$

$$r\, Sin\, u = \frac{z}{Sin\, i} \qquad Cos\, u = \frac{r\, Cos\, u}{r} \qquad Cos\, v = \frac{r\, Cos\, v}{r}$$

$$r\, Cos\, u = x\, Cos\, \Omega + y\, Sin\, \Omega \qquad Cos\, E = \frac{r\, Cos\, v}{a} + e$$

$$r\, Sin\, v = r\, Sin\, u\, Cos\, \omega - r\, Cos\, u\, Sin\, \omega$$

$$r\, Cos\, v = r\, Cos\, u\, Cos\, \omega + r\, Sin\, u\, Sin\, \omega$$

$$\xi_1 = x_1 \left(\frac{x}{r}\right) + y_1 \left(\frac{y}{r}\right) + z_1 \left(\frac{z}{r}\right)$$

$$\eta_1 = - x_1 (Cos\, u\, Cos\, i\, Sin\, \Omega + Sin\, u\, Cos\, \Omega) + y_1 (Cos\, u Cos i\, Cos\, \Omega - \\ - Sin\, u Sin\, \Omega) + z_1\, Cos\, u\, Sin\, i$$

$$\zeta_1 = x_1\, Sin\, i\, Sin\, \Omega - y_1\, Sin\, i\, Cos\, \Omega + z_1\, Cos\, i$$

Da sich im Laufe der Rechnung gezeigt hat, daß die Koeffizienten von τ^4 sehr klein sind, so wurden die Potenzen τ^5 und τ^6 in den weiteren Rechnungen weggelassen. Diese Reihen setzt man in die Ausdrücke, die Oppolzer mit $\{i : W\}$, $\{\Omega : W\}$, $\{\mu : W\}$ u. s. w. bezeichnet. Mit letzteren kann man dann Differentialgleichungen aufstellen, die die Störungen der Elemente ergeben.

Es ergibt sich bei Vernachlässigung der Sonnenstörungen:

$$\frac{di}{d\tau} = m_1\, [3{\cdot}86498] \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^3 [- 0{\cdot}006437 + 0{\cdot}0167167\tau + 0{\cdot}00020191\tau^2 - \\ - 0{\cdot}00001482\tau^3 - 0{\cdot}00000003\tau^4]$$

$$\frac{d\Omega}{d\tau} = m_1\, [3{\cdot}86498] \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^3 [+ 0{\cdot}002847 - 0{\cdot}0108457\tau + 0{\cdot}00891353\tau^2 + \\ + 0{\cdot}00001023\tau^3 - 0{\cdot}00000385\tau^4]$$

$$\frac{d\mu}{d\tau} = m_1\, [3{\cdot}86498] \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^3 [+ 0{\cdot}002585 + 0{\cdot}0040325\tau - 0{\cdot}00009077\tau^2 \\ - 0{\cdot}00000216\tau^3 + 0{\cdot}00000010\tau^4]$$

$$\frac{dL}{d\tau} = m_1\, [3{\cdot}86498] \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^3 [- 0{\cdot}0299\ 3 + 0{\cdot}0224361\tau + 0{\cdot}00204794\tau^2 - \\ - 0{\cdot}00001610\tau^3 - 0{\cdot}00000146\tau^4]$$

$$\frac{d\pi}{d\tau} = m_1\, [3{\cdot}86498] \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^3 [- 0{\cdot}784648 - 1{\cdot}1923953\tau + 0{\cdot}06811782\tau^2 + \\ + 0{\cdot}00077015\tau^3 - 0{\cdot}00009042\tau^4]$$

$$\frac{d\varphi}{d\tau} = m_1\, [3{\cdot}86498] \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^3 [+ 0{\cdot}070546 + 0{\cdot}0937510\tau + 0{\cdot}02636493\tau^2 - \\ - 0{\cdot}00059924\tau^3 - 0{\cdot}00002081\tau^4]$$

Wenn wir jetzt in jedem dieser Fälle die Multiplikation ausführen und dann integrieren, erhalten wir die Integrale:

$$\int \frac{\tau^{2m}\,d\tau}{(1+\tau^2)^{1/2(2n+1)}} \qquad \text{und} \qquad \int \frac{\tau^{2m+1}\,d\tau}{(1+\tau^2)^{1/2(2n+1)}}.$$

Die Integrale des letztgenannten Typus verschwinden, wenn die Grenzen symmetrisch um die Zeit der größten Annäherung (also $\tau=0$) gewählt sind. Wir erhalten also folgende Integrale:

$$\int \frac{d\tau}{(1+\tau^2)^{3/2}} = \frac{\tau}{\sqrt{1+\tau^2}} \qquad \int \frac{\tau^2\,d\tau}{(1+\tau^2)^{3/2}} = -\frac{\tau}{\sqrt{1+\tau^2}} + lg(\tau+\sqrt{1+\tau^2})$$

$$\int \frac{\tau^4\,d\tau}{(1+\tau^2)^{3/2}} = \frac{\tau(3+\tau^2)}{2\sqrt{1+\tau^2}} - \tfrac{3}{2}\,lg(\tau+\sqrt{1+\tau^2})$$

$$\int \frac{\tau^4\,d\tau}{(1+\tau^2)^{5/2}} = -\frac{\tau(3+4\tau^2)}{3(1+\tau^2)^{3/2}} + lg(\tau+\sqrt{1+\tau^2})$$

$$\int \frac{\tau^6\,d\tau}{(1+\tau^2)^{5/2}} = \frac{\tau(3\tau^4+20\tau^2+15)}{6(1+\tau^2)^{3/2}} - \frac{5}{2}\,lg\,\tau(+\sqrt{1+\tau^2})$$

$$\int \frac{\tau^6\,d\tau}{(1+\tau^2)^{3/2}} = \frac{\tau(2\tau^4-5\tau^2-15)}{8\sqrt{1+\tau^2}} + \frac{15}{8}\,lg(\tau+\sqrt{1+\tau^2})$$

Wenn wir die zwei Reihen, die man multiplizieren muß, im allgemeinen so schreiben:

$$\frac{1}{(1+\tau^2)^{3/2}} + d\,\frac{\tau^3}{(1+\tau^2)^{5/2}} + e\,\frac{\tau^4}{(1+\tau^2)^{5/2}} + f\,\frac{\tau^5}{(1+\tau^2)^{5/2}} + g\,\frac{\tau^6}{(1+\tau^2)^{5/2}}$$

$$\alpha + \beta\tau + \gamma\tau^2 + \delta\tau^3 + \varepsilon\tau^4 + \zeta\tau^5 + \eta\tau^6$$

und nach Multiplikation die Glieder von dem Typus $\frac{\tau^{2m}}{(1+\tau^2)^{1/2(2n+1)}}$ beibehalten, bekommen wir:

$$\frac{\alpha}{(1+\tau^2)^{3/2}}, \quad \frac{\alpha e\tau^4}{(1+\tau^2)^{5/2}}, \quad \frac{\alpha g\tau^6}{(1+\tau^2)^{5/2}}, \quad \frac{\beta d\tau^4}{(1+\tau^2)^{5/2}}, \quad \frac{\beta f\tau^6}{(1+\tau^2)^{5/2}}.$$

$$\frac{\gamma\tau^2}{(1+\tau^2)^{3/2}}, \quad \frac{\gamma e\tau^6}{(1+\tau^2)^{5/2}}, \quad \frac{\delta d\tau^6}{(1+\tau^2)^{5/2}}, \quad \frac{\varepsilon\tau^4}{(1+\tau^2)^{5/2}}, \quad \frac{\eta\tau^6}{(1+\tau^2)^{5/2}}.$$

Hier kann man sich eigentlich auf die Glieder bis τ^4 beschränken, da die Berücksichtigung von höheren Gliedern nur kleine Änderungen nach sich zieht; doch in gewissen Fällen sind auch die Glieder mit τ^6 berücksichtigt worden.

Wie früher erwähnt wurde, ist die Reihe $\frac{1}{\varrho^3}$ für 10 Tage genügend konvergent. Integrieren wir also zwischen den Grenzen von —10 Tagen bis +10 Tagen.

$$\text{Für } t = +10 \text{ erhält man } \tau = +2{\cdot}64076$$
$$\text{„ } t = -10 \text{ „ „ } \tau = -2{\cdot}31026$$

und ferner erhalten wir für $t_0 = 0$ — $\tau_0 = +0{\cdot}16524$. Es ist also von der Zeit τ_0 symmetrisch um das Intervall $2{\cdot}475$ nach beiden Richtungen fortzuschreiten und hierdurch sind die Grenzen für die Integrale festgelegt.

Wenn wir für die Marsmasse den Wert $m_1 = \frac{1}{3093500}$ nach Newcomb[1]) setzen, erhalten wir folgende Resultate:

$$\Delta i = -\ 5''{\cdot}88175 \qquad \Delta\Omega = +\ 0''{\cdot}69017$$
$$\Delta\mu = +\ 2{\cdot}32161 \qquad \Delta L = -\ 27{\cdot}60125$$
$$\Delta\pi = -\ 724{\cdot}917 \qquad \Delta\varphi = +\ 58{\cdot}1957$$

Aus diesen Endresultaten sieht man, daß die Störungen wirklich sehr große Werte in kurzer Zeit erlangen, wie das auch vorauszusehen war, da die Planeten in einer solchen Epoche sich einander bedeutend nähern. Man sieht gleichzeitig, daß die größten Störungen in der Perihellänge und in der Exzentrizität zustande kommen. Infolgedessen ändert sich die Gestalt der Bahn bedeutend.

Die oben erhaltenen Resultate können nur die Größenordnung der bei einer solchen Annäherung eintretenden Störungen bezeichnen. Abgesehen davon, daß die Anfangswerte nicht genau genommen, daß die Werte der Störungen nicht ganz exakt berechnet sind, was alles bei einem so großen Zeitintervalle große Änderungen bewirken kann, spielt in diesem Falle eine Hauptrolle ein anderer Umstand. Es ist leicht ersichtlich, daß die beiden Planeten der ungleichen mittleren Bewegung wegen in einem Zeitintervalle von zirka 27·6 Jahren sich in derselben heliozentrischen Länge — in Konjuktion — befinden. Zur Zeit des einer solchen Konjuktion vorausgehenden oder nachfolgenden Knotendurchgangs des Eros wird sich Mars ebenfalls nicht weit vom Knoten befinden, da die

[1]) Astronomical Papers. Vol. VI.

beiden Planeten infolge des geringen Unterschiedes der mittleren Bewegungen sich nur langsam gegeneinander verschieben. Es werden daher in Intervallen von etwa 28 Jahren sich benachbarte Knotendurchgänge beider Planeten wiederholen und, wenn es sich um eine Zeit um die Epoche $t_0 + 6700$ handelt, wo die Bahnen sich im Knoten nahe schneiden, so werden bei solchen Knotendurchgängen die Planeten selbst sehr nahe kommen. Es werden also bei jeder solchen Annäherung starke Störungen vorkommen. Der Hauptfehler bei der oben behandelten Annäherung besteht darin, daß die bei vorausgehenden Knotendurchgängen auftretenden starken Störungen nicht berücksichtigt sind.

Wenn wir uns der nächst früheren Annäherung zuwenden, so finden wir, daß sie in der Epoche $x - 14{\cdot}64$ $(x = t_0 + 6700)$ stattfindet. Hier wird aber der Unterschied zwischen den Anomalien größer; Mars geht voran. Wir sahen, daß in dem oben behandelten Beispiele die mittleren Anomalien waren:

$$M_E = 89^0\ 58'\ 7'' \qquad M_M = 274^0\ 19'\ 33''$$

In der gegenwärtigen Epoche: $x - 14{\cdot}64$ ist die mittlere Anomalie des Mars größer:

$$M_E = 88\ \ 29\ \ 25 \qquad M_M = 280\ \ 14\ \ 18$$

Infolgedessen vergrößert sich auch die Entfernung der Planeten. Die Rechnung zeigt, daß im Minimum $\varrho = 0{\cdot}17461$ ist. Dasselbe Verfahren kann man auch auf die nächstfolgende Epoche anwenden. Man findet leicht, daß, wenn man von der Annäherungsepoche $x + 13{\cdot}54$ um $28{\cdot}18$ vorwärts geht, man in der Epoche $x + 41{\cdot}72$ wieder eine Annäherung erhält. In diesem Falle passiert Eros früher den Knoten; die mittleren Anomalien lauten:

$$M_E = 89^0\ 24'\ 9'' \qquad M_M = 267^0\ 8'\ 58''$$

und man erhält $\varrho = 0{\cdot}19275$. Auch zu diesen zwei Nachbarepochen würden die Störungen noch eine größere Wirkung ausüben.

Ganz dasselbe Verfahren kann man auf die Vergangenheit anwenden. Wir haben gefunden, daß die Bahnen in der Epoche $t_0 - 9300$ sich schneiden. Man muß diese Epoche näher untersuchen und sehen, wie die zwei Planeten in dieser Zeit auf ihren Bahnen laufen. Die Elemente für diese Epoche sind schon bekannt. Wir können auf Grund der Säkularstörungen die mittleren Län-

gen und dann auch die mittleren Anomalien berechnen. Sie ergeben sich für die Epoche $t_0 - 9300 = y$

$$M_E = 18^0\ 45'\ 30'' \qquad M_M = 346^0\ 6'\ 7''$$

Wir führen einige Resultate an, die uns zeigen, wie dieser Vorgang sich in der Vergangenheit darstellt und greifen zuerst weiter zurück, um die früheren Annäherungen, die vor der Epoche y stattgefunden haben, zu finden. Es ergibt sich:

für	$y - 11{\cdot}0$	Jahr.	$M_E = 289^0\ 46'\ 41''$	$M_M = 40^0\ 40'\ 7''$
„	$y - 39{\cdot}2$	„	$M_E = 284\ 12\ 38$	$M_M = 44\ 6\ 11$
„	$y - 67{\cdot}36$	„	$M_E = 286\ 47\ 51$	$M_M = 45\ 11\ 27$
„	$y - 121{\cdot}94$	„	$M_E = 287\ 47\ 26$	$M_M = 40\ 24\ 47$

Nach einiger Überlegung zeigt es sich, daß von diesen Annäherungsepochen die letzte die günstigste ist, und die Berechnung für die gegenseitige Entfernung der Planeten $\varrho = 0\ 05770$ ergibt. Aus den angeführten Zahlen ersieht man sofort, daß in allen anderen Fällen entweder Eros oder Mars durch den Knoten viel früher hindurchgeht; dann wird die Entfernung der beiden Planeten größer, als in dem letzten Falle.

Wenn wir jetzt von der Epoche y zu späteren Zeiten übergehen, dann finden wir:

für	$y + 43.\ 55$	Jahr.	$M_E = 282^0\ 40'\ 31''$	$M_M = 40^0\ 42'\ 14''$
„	$y + 71{\cdot}\ 75$	„	$M_E = 288\ 14\ 34$	$M_M = 37\ 16\ 10$
„	$y + 126{\cdot}325$	„	$M_E = 286\ 15\ 5$	$M_M = 41\ 5\ 25$

Für die letzte Epoche, die die größte Annäherung aufweist, findet man $\varrho = 0{\cdot}02977$. Also wiederum erhalten wir eine zweimalige sehr starke Annäherung der beiden Planeten.

§ 8. Ergebnis.

Die bisherigen Rechnungen ergeben eine klare Vorstellung von der Art der Stabilität oder Instabilität der Bewegung des Eros. Man kann die Verhältnisse etwa folgendermaßen beschreiben. Obwohl die Aphel- und Periheldistanz des Eros die mittlere Distanz des Mars zwischen sich einschließen, schneiden sich für gewöhnlich beide Bahnen nicht, sondern gehen infolge der Neigung ihrer Ebenen gegeneinander in erheblichem Abstande aneinander vorüber. Infolge der Säkularstörungen verschieben sich jedoch die Bahnen in sol-

cher Weise, daß von Zeit zu Zeit ein Schnitt der beiden Bahnkurven eintritt. Die letzte derartige Epoche lag um das Jahr 7400 a. Chr. n., die nächste wird um das Jahr 8600 p. Chr. n. eintreten, und man wird nicht fehlgehen, wenn man für eine längere Vergangenheit und Zukunft einen solchen Schnitt der beiden Bahnen in Intervallen von jeweil etwa 20000 Jahren (der Größenordnung nach) voraussetzt. In den 100 oder 200 Jahren um eine Epoche herum, zu welcher sich die Bahnen schneiden, wird es nun auch immer eintreten, daß einmal oder in Intervallen von 28 Jahren mehrmals hintereinander beide Planeten sehr nahe gleichzeitig durch den Schnittpunkt der beiden Bahnen hindurchgehen. Die Distanz der Planeten voneinander wird dann sehr gering und es treten stärkere periodische Störungen ein. Der Betrag derselben wird dadurch gekennzeichnet, daß bei dem oben näher behandelten Beispiel innerhalb 10 Tagen eine Verschiebung des Erosperihels um 12′ eintritt, während zugleich die Exzentrizität um 0·0003 zunahm. Die Umwandlung der Erosbahn spielt sich also in der Weise ab, daß etwa alle 20000 Jahre infolge einer starken Annäherung des Eros an Mars eine ruckweise Veränderung eintritt. Ob diese Änderungen öfters im selben Sinne wirken oder sich aufheben, oder ob die Annäherungen an Mars zu einer der kritischen Epochen so eng wird, daß ein unmittelbarer Umstoß der ganzen Erosbewegung erfolgt, darüber zu entscheiden, ist weder unsere Kenntnis der Elemente der Erosbahn aus den Beobachtungen noch unsere Berechnung der Störungen genau genug. Schließt man den Fall einer einzelnen sehr starken Annäherung aus, so würden vielleicht 50 Annäherungen der normalen oben betrachteten Art genügen, um eine völlige Umwandlung der Erosbahn herbeizuführen, etwa seine Bahn in die eines gewöhnlichen kleinen Planeten überzuführen. Wenn daher nicht zufällig ein solcher singulärer Fall vorliegt, dessen Bestehen für Eros nur außerordentlich schwer aus einer vollständigen Theorie der Erosbewegung abzuleiten wäre, so wird man schließen dürfen, daß die Instabilität der Erosbewegung von der Art ist, daß sie etwa in 1 Million von Jahren zu einer völligen Umwandlung der Erosbahn führen kann. Eros bildet also ein Mittelglied zwischen den von Jupiter eingefangenen Kometen, die ihre Bahn in mehreren Fällen innerhalb einiger Jahrhunderte öfters völlig geändert haben, und den großen Planeten, deren Bahnen offenbar selbst in geologischen Zeiträumen keine wesentliche Umänderungen erfahren.

Die vorliegende Arbeit entstand auf Grund des Vorschlags, den mir Prof. Dr. K. Schwarzschild während meiner Studien in Göttingen gemacht hatte. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meine tiefste Dankbarkeit sowohl für die zahlreichen und vielseitigen Ratschläge und Anregungen, als auch für das stete und liebenswürdige Interesse, die ich so oft von Herrn Prof. Schwarzschild erfahren habe, auszusprechen.

TAFEL I.

E	lgr	v	A	lgB	ε	lgg	h
0	0·05424	0° 0′ 0″	3·33537	0·18931	142° 43′ 11″	8·24880	2·30854
15	0·05846	18 45 27	3·31691	0·18404	163 26 19	7·58354	2·31936
30	0·07062	37 9 39	3·37530	0·19302	184 10 50	6·41712	2·34836
45	0·08930	54 55 2	3·51048	0·21535	204 12 51	7·96222	2·39364
60	0·11247	71 49 59	3·71827	0·24771	222 57 58	8·46808	2·45317
75	0·13799	87 49 11	3·99000	0·28548	240 9 54	8·75310	2·52958
90	0·16380	102 53 0	4·31092	0·32444	255 49 1	8·92764	2·62946
105	0·18817	117 5 50	4·66070	0·36133	270 5 54	9·02830	2·76454
120	0·20970	130 34 32	5·01387	0·39393	283 15 13	9·07004	2·94376
135	0·22739	143 27 23	5·34287	0·42089	295 32 8	9·05814	3·15540
150	0·24048	155 53 16	5·61955	0·44144	307 11 4	8·99110	3·36135
165	0·24851	168 1 6	5·81998	0·45518	318 24 37	8·86006	3·52608
180	0·25122	180 0 0	5·92677	0·46199	329 24 52	8·64276	3·62222
195	0·24851	191 58 54	5·93099	0·46185	340 22 12	8·28188	3·63739
210	0·24048	204 6 44	5·83399	0·45498	351 26 59	7·56008	3·57065
225	0·22739	216 32 37	5·64613	0·44161	2 49 4	6·57208	3·43310
240	0·20970	229 25 28	5·38527	0·42224	14 38 10	7·95526	3·24378
255	0·18817	242 54 10	5·07495	0·39746	27 4 6	8·41668	3·03118
270	0·16380	257 7 0	4·73978	0·36814	40 16 26	8·66298	2·82452
285	0·13799	272 10 49	4·40425	0·33539	54 24 40	8·79682	2·64833
300	0·11247	288 10 1	4·08968	0·30071	69 37 28	8·85094	2·51294
315	0·08930	305 4 58	3·81373	0·26602	86 2 12	8·83560	2·41666
330	0·07063	322 50 21	3·58973	0·23374	103 43 26	8·74796	2·35384
345	0·05846	341 14 33	3·42791	0·20698	122 40 32	8·56996	2·31900
			54·93850	4·03165	2305 14 38		34·17259
			54·93890	4·03158	2125 14 29		34·17426

TAFEL I.

E	l	G	G'	G''	θ	$lg\,K$	$lg\,L'$	$lg\,N$
0	1·00662	2·30260	1 02011	0 00755	41° 50′ 0″	0·19868	0 52972	0·46205
15	0·97734	2·31813	0 98026	0·00169	40 35 16	0·18459	0·51202	0·44367
30	1·00674	2·34828	1·00693	0·00011	40 54 28	0·18876	0·51727	0·44814
45	1·09664	2·39068	1·10308	0·00348	42 50 0	0·20981	0 54366	0·47739
60	1·24489	2 44313	1 26444	0·00951	46 6 46	0 24948	0·59299	0 53155
75	1·44020	2·50844	1·47663	0 01529	50 15 12	0 30735	0·66400	0 60909
90	1·66126	2·59450	1·71524	0 01902	54 32 47	0 37836	0·74975	0·70202
105	1·87592	2·71790	1·94277	0·02021	57 51 22	0·44241	0 82592	0·78393
120	2·04990	2 89579	2·11703	0·01917	58 52 34	0·46407	0·85138	0 81122
135	2·16726	3·11677	2·22240	0·01650	57 42 22	0·43912	0 82211	0·77992
150	2·23799	3·33456	2·27768	0·01290	55 48 52	0 40185	0·77785	0·73227
165	2·27368	3·50937	2·29937	0·00898	54 5 40	0·37028	0·74009	0·69158
180	2·28434	3·61307	2·29878	0·00529	52 56 13	0 35028	0 71604	0·66556
195	2·27339	3 63352	2·27957	0·00231	52 23 40	0 34122	0 70509	0 65371
210	2·24313	3·56988	2 24435	0·00045	52 27 40	0·34230	0·70641	0·65513
225	2 19282	3·43301	2·19296	0 00005	53 3 30	0·35232	0 71850	0 66822
240	2·12128	3 24130	2·12507	0·00131	54 4 30	0·36994	0·73968	0·69113
255	2 02356	3 02254	2 03645	0·00424	55 11 47	0·39023	0·76400	0·71736
270	1·89506	2·80653	1·92159	0·00853	55 53 52	0·40342	0 77968	0·73427
285	1·73571	2·62135	1·77614	0·01345	55 30 7	0 39593	0 77075	0·72467
300	1 55654	2·48206	1 60523	0 01781	53 41 0	0·36307	0 73144	0 68222
315	1·37686	2·38831	1·42533	0 02012	50 46 44	0 31540	0 67383	0·61975
330	1 20570	2·33235	1·25629	0·01910	47 25 50	0 26688	0 61447	0·55505
345	1·08870	2 30576	1·11637	0 01443	44 16 32	0 22664	0·56466	0·50047
	20·52345	33 96405	20 85274	0·12075	614 34 32	3·97709	8 30668	7·67061
	20·52208	33·96578	20·85133	0 12075	614 32 12	3·97530	8·30463	7·66976

TAFEL I.

E	$lg N$	$lg P$	$lg Q$	$lg V$	$lg J_1$	$lg J_2$	$lg J_3$	$lg F_2$	$lg F_3$	$lg R_0$
0	9·92550	9·72794	0·02391	0·02225	0·36319	8·87495	8·75028	9·29665n	8·49101n	9·70659
15	9·91712	9·69822	9·99533	9·99496	0·35915	7·42325	9·22298	8·96402n	8·12131n	9·66648
30	9·93764	9·71337	0·01501	0·01499	0·35372	8·77342n	9·42727	8·38081	7·45268	9·63215
45	9·98349	9·76885	0·08173	0·08099	0·34921	9·01932n	9·54491	9·15336	8·06320	9·60049
60	0·05376	9·86747	0·19567	0·19373	0·34708	9·12700n	9·61370	9·40629	7·96144	9·55381
75	0·14407	0·00399	0·35112	0·34812	0·34761	9·18352n	9·64762	9·54880	7·72439n	9·40685
90	0·24392	0·15921	0·52871	0·52516	0·35020	9·21817n	9·65175	9·63607	8·46754n	8·63448n
105	0·32637	0·27739	0·67285	0·66930	0·35390	9·24214n	9·62671	9·68640	8·76256n	9·85623n
120	0·35033	0·27245	0·69692	0·69377	0·35768	9·25751n	9·56881	9·70727	8·92589n	0·18130n
135	0·31372	0·14385	0·59765	0·59512	0·36085	9·26210n	9·46769	9·70132	9·00985n	0·26086n
150	0·25953	9·98794	0·46708	0·46521	0·36289	9·25161n	9·29581	9·66780	9·03090n	0·24631n
165	0·21159	9·85900	0·35683	0·35559	0·36354	9·22068n	8·95027	9·60228	8·99199n	0·20937n
180	0·17876	9·77778	0·28581	0·28510	0·36277	9·16134n	8·38739n	9·49363	8·88497n	0·17709n
195	0·16114	9·74503	0·25425	0·25394	0·36068	9·05858n	9·13165n	9·31319	8·68134n	0·15394n
210	0·15800	9·75899	0·26042	0·26036	0·35757	8·87518n	9·37337n	8·95229	8·26990n	0·13922n
225	0·16738	9·81452	0·29992	0·29991	0·35390	8·44483n	9·50519n	8·45829n	7·69137	0·12669n
240	0·18679	9·90467	0·36702	0·36683	0·35028	8·40019	9·58085n	9·14988n	8·24917	0·10440n
255	0·20890	0·01094	0·44528	0·44460	0·34751	8·90806	9·61784n	9·38059n	8·25471	0·04103n
270	0·22058	0·10128	0·50536	0·50390	0·34639	9·13063	9·62245n	9·50374n	7·84507	9·86310n
285	0·20459	0·13384	0·50851	0·50604	0·34758	9·25857	9·59542n	9·57066n	8·03874n	9·28088n
300	0·15493	0·09053	0·43923	0·43576	0·35111	9·32591	9·53225n	9·59772n	8·47652n	9·44660
315	0·08519	9·99554	0·32320	0·31908	0·35621	9·33876	9·41986n	9·59005n	8·64583n	9·71435
330	0·01493	9·88672	0·19864	0·19457	0·36120	9·29035	9·22112n	9·54623n	8·69528n	9·76023
345	9·95906	9·79266	0·09400	0·09086	0·36397	9·15882	8·75959n	9·45723n	8·64902n	9·74333
	1·68467	9·24835	3·98378	3·96163						−6·05631
	1·68262	9·24383	3·98067	3·95851						−6·02557

TAFEL I.

E	$lg\ S_0$	$lg\ W_0$	$R_0\ Sin\ v + S_0(Cos\ v + Cos\ E)$	$-R_0\ Cos\ v + S_0\left(\frac{r}{a\ cos^2\varphi}+1\right) Sin\ v$	$W_0\ Cos\ u$	$W_0\ Sin\ u$	$-2\frac{r}{a}R_0$
0	8 42975n	8 63012	−0·05380	−0·50885	−0 04263	+0·00175	0·79078
15	8·63669n	9 20022	+0·06633	−0·46475	−0·15211	−0·04479	−0·72807
30	8·69028n	9 44456	0·17745	−0·39639	−0·22851	−0·15889	−0 69183
45	8·62900n	9·63282	0 27159	0 29477	−0·26098	−0 34093	−0·67146
60	8·33143n	9 81197	0·32268	−0·15104	−0·22732	−0·60745	−0·63607
75	8·22994	9·99339	0 26003	+0·02408	−0 07779	−0·98182	−0·48092
90	8·84733	0 16450	−0 05771	0·13116	+0·26699	−1·43590	+0 08620
105	9 01899	0 2,123	−0·71396	−0·13061	0·78172	−1·69585	1·51925
120	8·78176	0 22341	−1·22268	−0·88774	1·03500	−1·31400	3·37467
135	8 29447n	0 00567	−1·05589	−1·49085	0·78855	−0·63612	4·22160
150	8·83474n	9 67427	−0 59875	−1·67235	0·42287	−0·21048	4·20745
165	8 94295n	9 11819	−0 16571	−1·62564	0·12719	−0·03250	3·93645
180	8 96722n	8·96867n	+0·18546	−1·50346	−0·09296	+0·00382	3 67742
195	8·95914n	9·43085n	0·47287	−1·35129	−0·26588	−0 04509	3·46483
210	8 93039n	9 64439n	0 71444	−1·17918	0·40953	−0·16349	3·28800
225	8·87099n	9 80291n	0·90935	−0 97738	−0·52540	−0·35698	3 09964
240	8·73957n	9·94064n	1 02912	−0·73673	−0·59403	−0·63870	2·82700
255	8·32408n	0 05545n	0 99349	−0 46096	−0·55858	−0·98940	2 32505
270	8·45194	0 12347n	0·70496	−0·21932	−0·34915	−1·28215	1·45924
285	8 87610	0·10655n	0·21311	−0·14236	−0·00378	−1·27806	0·35983
300	8·95352	9 98492n	−0·19276	−0 25242	+0·26326	−0 92930	−0·49693
315	8 84323	9 77231n	−0·33456	−0·40530	0·32009	−0·49798	−0 87274
330	8·53719	9·47512n	−0·29049	−0·49732	0·23039	−0·18999	−0 92916
345	5 90309	8 99352n	−0·17793	−0·52441	0·09191	−0·03548	−0 86900
	−0·11506	+0 57499	+0·71792	7 87364	+0·27438	−6 92478	+15·37521
	−0·11343	+0·57551	+0 73872	−7·84424	+0·26494	−6·93500	+15·30449
			+1·45664	−15 71788	+0 53932	−13·85978	+30 67967

TAFEL II.

E	A	$lg\,B$	ε	$lg\,g$	h	l	G
0	2 31942	0 06022	19° 40′ 14″	5·62278	1·31984	0 99930	1·31974
15	2·33894	0·06280	37 52 37	6·14998	1·34987	0 98879	1·34958
30	2·40590	0·07151	55 54 47	6·42736	1·44241	0·96321	1 44202
45	2·51968	0 08600	73 34 31	6·58390	1·57756	0·94184	1·57718
60	2·67753	0 10547	90 39 26	6·65896	1·74770	0·92954	1·74738
75	2·87420	0 12858	106 58 38	6·66652	1·94472	0·92920	1·94448
90	3·10005	0·15347	122 25 28	6·60780	2 16274	0·93703	2·16259
105	3·34124	0·17820	136 58 53	6·47236	2·39130	0 94966	2·39121
120	3·57968	0·20092	150 42 16	6·22910	2 61518	0 96422	2·61514
135	3·79565	0 22016	163 43 1	5·78390	2·81752	0·97785	2 81751
150	3 96869	0 23474	176 10 42	4 56558	2·97941	0 98900	2·97941
165	4·08194	0·24396	188 15 24	5·25034	3·08516	0·99650	3·08516
180	4 12393	0·24735	200 8 28	6·01674	3·12408	0·99956	3·12406
195	4·09017	0·24478	212 0 49	6·38638	3·09170	0 99818	3·09166
210	3·98459	0·23637	224 3 22	6·60524	2·99213	0·99218	2·99206
225	3·81814	0 22249	236 27 21	6·73484	2 83580	0·98206	2·83570
240	3 60723	0 20387	249 23 2	6·79834	2·63805	0·96890	2·63791
255	3·37196	0·18161	263 0 5	6 80480	2·41738	0·95430	2·41720
270	3·13185	0·15711	277 26 6	6·75496	2·19100	0 94057	2 19079
285	2·90492	0·13218	292 45 10	6·64208	1·97392	0·93072	1 97371
300	2·70507	0·10877	308 56 43	6 44730	1·77610	0·92868	1·77591
315	2·54216	0 08871	325 55 2	6·12248	1·60470	0·93718	1 60458
330	2·42180	0·07343	343 29 46	5·50182	1·46421	0 95731	1·46417
345	2 34717	0·06380	1 28 51	3 40030	1·36344	0 98346	1·36344
	38·02574	1·85323	2219 0 20		26 45285	11·56950	26·45118
	38·02617	1·85327	2039 0 22		26·45307	11 56974	26·45141

TAFEL II.

E	G'	G''	θ			$lg\,K$	$lg\,L'$	$lg\,N$	$lg\,N$	$lg\,P$
0	0·99943	0·00003	60°	29	8″	0·50045	0·89395	0·85661	0·59199	1·24496
15	0·98919	0·00011	58	53	15	0·46431	0·85167	0·81153	0·54969	1·14090
30	0·96379	0·00019	54	50	27	0·38355	0·75584	0·70875	0·45005	0·88783
45	0·94248	0·00026	50	37	49	0·31311	0·67102	0·61671	0·35859	0·63371
60	0·93014	0·00028	46	51	30	0·25921	0·60501	0·54471	0·28427	0·40438
75	0·92969	0·00026	43	45	0	0·22040	0·55688	0·49193	0·22689	0·20605
90	0·93738	0·00020	41	10	44	0·19163	0·52088	0·45232	0·18050	0·03134
105	0·94988	0·00013	39	4	16	0·17009	0·49372	0·42232	0·14227	9·87871
120	0·96433	0·00007	37	23	32	0·15415	0·47352	0·39997	0·11109	9·74959
135	0·97788	0·00002	36	5	42	0·14253	0·45874	0·38359	0·08631	9·64531
150	0·98900	0·00000	35	10	50	0·13470	0·44874	0·37250	0·06826	9·56874
165	0·99651	0·00001	34	38	3	0·13015	0·44292	0·36604	0·05705	0·52141
180	0·99961	0·00003	34	26	54	0·12862	0·44097	0·36388	0·05278	9·50431
195	0·99830	0·00008	34	37	43	0·13011	0·44287	0·36599	0·05563	9·51810
210	0·99238	0·00014	35	9	57	0·13457	0·44858	0·37233	0·06535	9·56195
225	0·98236	0·00020	36	3	35	0·14223	0·45835	0·38316	0·08178	9·63474
240	0·96929	0·00025	37	19	3	0·15347	0·47266	0·39902	0·10472	9·73478
255	0·95476	0·00028	38	56	28	0·16882	0·49211	0·42054	0·13390	9·85927
270	0·94105	0·00028	40	57	13	0·18925	0·51788	0·44899	0·16967	0·00625
285	0·93117	0·00024	43	23	9	0·21615	0·55158	0·48610	0·21292	0·17382
300	0·92904	0·00017	46	19	45	0·25228	0·59644	0·53533	0·26683	0·36435
315	0·93739	0·00009	49	50	49	0·30125	0·65658	0·60099	0·33557	0·58137
330	0·95738	0·00002	53	57	40	0·36792	0·73725	0·68851	0·42458	0·83063
345	0·98346	0·00000	58	8	8	0·44825	0·83280	0·79131	0·52701	1·09053
	11·57282	0·00166	524	6	43	2·84980	6·91172	6·14292	2·77009	1·88911
	11·57307	0·00168	523	46	1	2·84740	6·90924	6·14021	2·76760	1·88391

TAFEL II.

E	$lg\,Q$	$lg\,V$	$lg\,J_1$	$lg\,J_2$	$lg\,J_3$	$lg\,F_2$	$lg\,F_3$	$lg\,R_0$	$lg\,S_0$
0	1·32811	1·32810	9 99987	7·89154	7·68395n	7 80352n	6 97545n	0·59138n	8·73247
15	1·23099	1·23095	9 99870	7·35793	8 62294	8·06712n	7·22558n	0·53327n	9·08863n
30	0 99977	0 99971	9 99493	6·07918n	8·93520	8·20581n	7·30885n	0·41064n	9 09781n
45	0·77735	0 77727	9 99022	7·43457	9 09576	8·28408n	7·27522n	0·31667n	8·82256n
60	0·58653	0·58645	9 98632	8·00217	9·19019	8·32161n	7·09680n	0 24919n	8·15927n
75	0·42996	0·42989	9 98447	8·28171	9·24279	8·32539n	6·47899n	0·20189n	8·24254
90	0·29740	0·29735	9·98488	8·42991	9·26288	8·29603n	6·83988	0·16411n	8·50664
105	0·18595	0 18592	9 98709	8·49304	9·25341	8 22831n	7·15636	0 13218n	8·54357
120	0·09355	0·09354	9·99034	8·48643	9 21296	8·10668n	7·22597	0·10536n	8 41830
135	0 02003	0·02003	9·99380	8·40654	9·13507	7·88408n	7·12069	0 08333n	8·36773
150	9·96663	9·96663	9 99683	8·21484	9·00260	7 27492n	6·58540	0·06698n	8 16107
165	9·93381	9 93381	9·99895	7·65992	8·76410	7·61730	6 97014n	0 05679n	7·72428
180	9 92194	9 92193	9·99987	7 93044n	8·07372	8·00050	7 36941n	0·04272n	7·59329n
195	9·93142	9 93140	9·99948	8·32879n	8 54357n	8·18532	7·54572n	0 05549n	8 11893n
210	9 96169	9 96166	9·99783	8·50826n	8 89851n	8 29475	7 62118n	0·06447n	8·34869n
225	0·01224	0·01220	9 99511	8·60021n	9 07093n	8·35955	7·62258n	0·07941n	8·49262n
240	0·08244	0·08239	9 99168	8 63236n	9 17041n	8·39130	7·55223n	0 09989n	8·58524n
255	0·17107	0·17101	9·98820	8·60927n	9·22539n	8·39453	7·39239n	0·12517n	8·62685n
270	0·27801	0 27795	9·98547	8·52048n	9·24633n	8 36961	7 07101n	0·15498n	8 59229n
285	0·40368	0·40362	9·98437	8·33102n	9·23644n	8·31317	5·04054n	0·18984n	8·37273n
300	0 55270	0·55265	9·98550	7 89542n	9·19424n	3·21578	6 88178	0·23370n	7 99870
315	0·73117	0·73114	9 98892	7·62118	9·11241n	8·05337	6·99370	0·29837n	8·81717
330	0·94749	0 94748	9·99363	8 05652	8·97132n	7·74304	6 81907	0·38194n	9·14114
345	1 18368	1·18368	9·99789	8·08422	8 70825n	6·69228n	5·83864n	0 50332n	9·26380
	5·01626	5 01584						−21·25137	+0 03166
	5·01135	5·01093						−21·17974	0·03125

TAFEL II.

E	$lg\ W_0$	$+R_0\ Sin\ v + S_0\ (Cos\ v + Cos\ E)$	$-R_0\ Cos\ v + \left(\frac{r}{a\ Cos^2\varphi} + 1\right) S_0\ Sin\ v$	$W_0\ Cos\ u$	$W_0\ Sin\ u$	$-2\frac{r}{a}R_0$
0	8·93551	0 10802	+3·90282	−0 08613	+0·00353	6 06529
15	9·83952	−1·33243	3·16071	−0·66292	−0·19520	5·35750
30	9 92690	−1·76323	1·91157	−0·69384	−0 48243	4·15420
45	9 86828	1 78183	1 08906	−0·44881	0·58631	3 49300
60	9·77433	−1·69817	0 52688	−0·20845	−0·55701	3·15421
75	9 67223	1·58544	0 09535	0 03714	0 46868	2 99993
90	9·56111	−1·42963	−0·26111	+0 06654	−0·35788	2·91836
105	9·44104	−1·23189	−0 55178	0·11557	−0·25073	2·86800
120	9·30850	−0 99824	−0·78585	0·12590	−0·15984	2·83327
135	9·15685	−0·75660	−0·94252	0·11169	−0·09010	2·80512
150	8·96988	−0·50242	−1·05160	0 08353	−0 04158	2·78412
165	8 70062	0·24722	−1·11216	0 04863	−0 01242	2 77031
180	7·96142	+0·00752	−1·12907	0 00914	−0·00038	2 69881
195	8·49150n	0·26146	−1·10532	−0·03057	−0·00519	2·76206
210	8·86917n	0 51360	−1·03823	−0 06872	−0·02743	2·76807
225	9 08959n	0·76186	−0 92354	−0·10167	−0 06907	2·77993
240	9·25749n	1·00025	−0·75525	−0·12321	−0·13248	2·79781
255	9·39952n	1·21784	−0·52800	−0·12335	−0 21850	2·82207
270	9·52582n	1·40159	−0·24033	−0·08818	−0·32381	2·85767
285	9·64008n	1·54011	+0 10585	−0·00129	−0·43660	2 91780
300	9 74825n	1·63547	0 51569	+0·15266	−0 53888	3·04371
315	9·84120n	1·71077	1·04114	0·37512	−0·58358	3·34885
330	9 92113n	1·68565	1 76571	0 64339	0·53056	3·88855
345	9·89240n	1·37582	2 90952	0·72818	−0·28109	5 00044
	+0·21144	−0·03927	3 36123	−0·18737	−3·14875	39·96507
	0 05481	−0·06756	3·23833	−0·02656	−3·19747	39·92501
		−0 10683	6 59956	−0·21393	−6·34622	79·89008

TAFEL III.

E	A	$lg\,B$	ε	$lg\,g$	h	l	G
0	28·17272	0·74920	95° 42 55	0·29474	27·00888	1·10064	27·00606
30	27·97296	0·70361	136 31 7	9·88324	27·03018	0·87959	27·02910
60	28·10955	0·72416	179 54 14	4·69666	27·07494	0·97142	27·07494
90	28·58443	0·80270	217 48 12	9·98092	27·10003	1·42121	27·09865
120	29·28985	0·88878	248 2 3	0·51278	27·08278	2·14388	27·07796
150	30·01740	0·95355	273 9 12	0·70646	27·03377	2·92044	27·02596
180	30·53339	0·98955	295 46 58	0·68870	27·01352	3·45668	27·00584
210	30·68030	0·99726	317 44 14	0·45062	27·03671	3·58040	27·03226
240	30·43795	0·97970	340 19 4	9·81482	27·08317	3·29159	27·08216
270	29·91024	0·94104	4 30 31	8·47372	27·10464	2·74242	27·10459
300	29·25774	0·88590	31 6 51	9·99902	27·07374	2·12080	27·07226
330	28·63586	0·81900	61 1 37	0·32254	27·03222	1·54045	27·02917
	175·80120	5·21729	1187 52 5		162·33703	13·08501	162·31922
	175·80119	5·21716	1010 44 53		162·33755	13·08451	162·31973

E	G	G	θ	$lg\,K$	$lg\,L'$	$lg\,N$	$lg\,N$	$lg\,P$
0	1·16606	0·06260	12° 18′ 2″	0·01517	0·29318	0·19879	8·13875	5·56699
30	0·91169	0·03101	10 25 25	0·01086	0·28746	0·19235	8·16740	5·59020
60	0·97142	0·00000	10 55 6	0·01193	0·28887	0·19394	8·25181	5·67554
90	1·44699	0·02441	13 28 8	0·01823	0·29724	0·20333	8·35962	5·79018
120	2·20329	0·05459	16 45 59	0·02845	0·31076	0·21851	8·46141	5·90519
150	2·99117	0·06293	19 37 10	0·03925	0·32500	0·23448	8·53483	5·99425
180	3·51579	0·05143	21 17 44	0·04647	0·33450	0·24513	8·56427	6·03419
210	3·61374	0·02889	21 31 26	0·04752	0·33586	0·24665	8·54376	6·01492
240	3·29991	0·00731	20 27 4	0·04276	0·32961	0·23965	8·47676	5·94077
270	2·74287	0·00040	18 33 0	0·03499	0·31938	0·22818	8·37684	5·83009
300	2·13950	0·01723	16 23 21	0·02716	0·30905	0·21660	8·26670	5·71015
330	1·59233	0·04883	14 15 6	0·02044	0·30017	0·20662	8·17655	5·61148
	13·29597	0·19316	98 7 16	0·17184	1·86597	1·31262	0·15970	4·83283
	13·29879	0·19647	97 50 15	0·17129	1·86511	1·31161	0·15901	4·83112

TAFEL III.

E	$lg\,Q$	$lg\,V$	$lg\,J_1$	$lg\,J_2$	$lg\,J_3$	$lg\,F_2$	$lg\,F_3$
0	6·90507	6·90382	1·43247	9·35914	8·78111	0·85342n	0·07311n
30	6·92742	6·92681	1·42494	9·63332n	0·43900	0·64767n	9·78389n
60	7·01318	7·01318	1·41399	9·54134n	0·67368	8·05438n	6·28101n
90	7·12961	7·12911	1·41354	9·11468	0·73573	0·69651	9·38205n
120	7·24643	7·24534	1·42138	9·56797	0·67469	0·96244	0·15275n
150	7·33652	7·33528	1·42936	9·27944	0·44203	1·05928	0·42631n
180	7·37711	7·37610	1·43229	9·37608n	8·91719	1·05040	0·46707n
210	7·35806	7·35747	1·42870	9·79380n	0·41607n	0·93136	0·29689n
240	7·28361	7·28348	1·42045	9·82721n	0·66081n	0·61346	9·79986n
270	7·17194	7·17194	1·41308	9·35413n	0·72476n	9·94291n	8·61300
300	7·05050	7·05016	1·41436	9·69943	0·66186n	0·70556n	9·48241n
330	6·95055	6·94958	1·42538	9·90257	0·41926n	0·86732n	0·00608n
	2·87590	2·87208					
	2·87440	2·87069					

E	$lg\,R_0$	$lg\,S_0$	$lg\,W_0$	$R_0\,Sin\,v \cdot S_0(Cos\,v + Cos\,E)$	$R_0\,Cos\,v + S_0\left(\frac{r}{a\,Cos^2\varphi} + 1\right) Sin\,v$	$W_0\,Cos\,u$	$W_0\,Sin\,u$	$2\frac{r}{a}R_0$
0	7·84448	5·90309n	5·00000	0·00016	−0·00699	−0·00001	0·00000	−0·01086
30	7·84572	6·72428n	7·36173	0·00335	0·00618	0·00189	−0·00131	−0·01131
60	7·89653	6·55452n	7·68686	0·00720	−0·00312	−0·00170	0·00455	−0·01400
90	8·00217	6·69020n	7·86451	0·00969	+0·00322	+0·00134	0·00720	−0·02010
120	8·13354	7·14301	7·91434	0·00873	0·01114	0·00508	0·00648	−0·03023
150	8·24080	7·18752	7·75815	0·00437	0·01731	0·00513	0·00255	−0·04154
180	8·28511	6·81291	6·07918n	0·00130	0·01928	−0·00012	0·00000	0·04716
210	8·25285	6·73239n	7·78888n	−0·00635	0·01684	−0·00571	−0·00228	−0·04271
240	8·15381	6·96848n	7·94743n	0·00975	0·01080	−0·00603	−0·00649	−0·03168
270	8·02407	6·60206n	7·89670n	−0·01021	0·00316	−0·00207	−0·00761	−0·02114
300	7·91698	6·47712	7·71349n	−0·00761	−0·00313	+0·00141	−0·00497	−0·01468
330	7·86153	6·61278	7·37658n	−0·00371	−0·00625	0·00184	−0·00151	−0·01173
	+0·07026	+0·00097	−0·00107	−0·00289	+0·02798	−0·00137	−0·02249	−0·14861
	+0·07021	+0·00097	−0·00106	0·00286	+0·02810	−0·00136	0·02246	−0·14853
				−0·00575	+0·05608	0·00273	0·04495	−0·29714

TAFEL IV

E	A	lg B	ε	lg g	h	l	G
0	93·32081	1·18799	20° 33′ 8″	0·92036	90·70930	2·32730	90·70826
30	92·87098	1·14416	46 57 55	1·46970	90·73739	1·84939	90·73373
60	92·40193	1·08338	77 12 47	1·59856	90·78986	1·32786	90·78497
90	92·07786	1·03054	113 10 33	1·44162	90·81383	0·97983	90·81044
120	92·00506	1·02260	152 34 50	0·82528	90·78543	0·93543	90·78461
150	92·18376	1·06015	189 24 21	0·00056	90·73478	1·16478	90·73466
180	92·52723	1·10915	221 29 30	1·31430	90·71052	1·53252	90·70797
210	92·92420	1·14927	250 30 15	1·70088	90·73900	1·90100	90·73277
240	93·28754	1·17817	278 5 50	1·80126	90·79292	2·21042	90·78505
270	93·55874	1·19868	304 50 24	1·67942	90·81727	2·45727	90·81131
300	93·68442	1·21053	330 39 27	1·25512	90·78911	2·61111	90·78686
330	93·61144	1·20902	355 38 38	9·63276	90·73560	2·59160	90·73554
	557·22699	6·79182	1080 35 32		544·57714	10·94464	544·55772
	557·22695	6·79182	1260 32 3		544·57787	10·94387	544·55845

E	G′	G″	θ	lg K	lg L′	lg N	lg N	lg P
0	2·36711	0·03877	9° 22′ 15″	0·00857	0·28467	0·18922	7·34409	3·71308
30	2·01440	0·16136	8 54 1	0·00806	0·28374	0·18817	7·37529	3·74195
60	1·60505	0·27230	8 10 15	0·00666	0·28187	0·18606	7·45642	3·81965
90	1·23060	0·24738	7 19 10	0·00534	0·28011	0·18409	7·55776	3·91923
120	1·00924	0·07299	6 15 57	0·00391	0·27821	0·18195	7·64957	4·01106
150	1·17430	0·00940	6 33 29	0·00428	0·27870	0·18251	7·71231	4·07537
180	1·67110	0·13603	8 6 30	0·00655	0·28173	0·18591	7·73534	4·10047
210	2·16311	0·25588	9 23 3	0·00879	0·28471	0·18925	7·71508	4·08183
240	2·49739	0·27909	10 3 22	0·01010	0·28645	0·19122	7·65428	4·02203
270	2·66103	0·19780	10 12 31	0·01042	0·28686	0·19168	7·56318	3·93186
300	2·68711	0·07376	10 2 20	0·01007	0·28641	0·19116	7·46124	3·83089
330	2·59348	0·00182	9 44 12	0·00947	0·28561	0·19027	7·34507	3·71510
	11·83700	0·87294	52 0 39	0·04586	1·69934	1·12552	5·30094	3·49718
	11·83692	0·87364	52 6 26	0·04636	1·69973	1·12597	5·26869	3·46534

TAFEL IV.

E	$lg\,Q$	$lg\,V$	$lg\,J_1$	$lg\,J_2$	$lg\,J_3$	$lg\,F_2$	$lg\,F_3$
0	5·57547	5·57524	1·95782	9·75941	8·57345n	1·42783n	0·69094n
30	5·60492	5·60396	1·95010	1·35077n	0·99511	1·70250n	0·88534n
60	5·68316	5·68153	1·93786	1·13836n	1·23542	1·76693n	0·58978n
90	5·78253	5·78106	1·93645	1·03089	1·29946	1·68846n	0·39815
120	5·87316	5·87272	1·94440	1·37896	1·23940	1·38029n	0·60911
150	5·93700	5·93692	1·95374	1·25463	1·00703	0·96793	0·37650n
180	5·96295	5·96214	1·95829	9·26694n	9·44764	1·62480	1·08489n
210	5·94535	5·94383	1·95513	1·26549n	0·98742n	1·81809	1·22893n
240	5·88615	5·88449	1·94571	1·39035n	1·22941n	1·86828	1·10302n
270	5·79577	5·79459	1·93632	1·05730n	1·29433n	1·80736	0·53921n
300	5·69402	5·69358	1·93669	1·13072	1·23344n	1·59521	0·40262
330	5·57755	5·57755	1·94906	1·36298	0·99663n	0·78403	9·96303
	4·67491	4·66970					
	4·64312	4·63791					

E	$lg\,R_0$	$lg\,S_0$	$lg\,W_0$	$R_0\,Sin\,v$ $+S_0(Cos\,v+Cos\,E)$	$-R_0\,Cos\,v$ $+S_0\left(\frac{r}{a}Cos^2\varphi+1\right)Sin\,v$	$W_0\,Cos\,u$	$W_0\,Sin\,u$	$-2\frac{r}{a}R_0$
0	6·98227	5·00000	4·59660n	+0·00002	−0·00096	0·00000	0.00000	−0·00149
30	7·05308	6·96848n	6·59907	−0·00087	−0·00194	−0·00033	−0·00023	−0·00182
60	7·08636	6·84510n	6·91695	+0·00059	−0·00167	−0·00029	−0·00077	−0·00217
90	7·18752	6·78533	7·08052	0·00136	+0·00156	+0·00022	−0·00118	0·00308
120	7·30535	7·24797	7·11212	−0·00051	0·00423	0·00080	−0·00102	−0·00449
150	7·39967	7·19312	6·94395	−0·00174	0·00373	0·00079	−0·00039	−0·00599
180	7·43775	5·47712	5·00000	−0·00006	0·00274	0·00001	0·00000	−0·00670
210	7·40483	7·18752n	6·93952n	+0·00170	0·00374	−0·00081	−0·00032	−0·00606
240	7·31387	7·25527n	7·11727n	0·00051	0·00431	−0·00089	−0·00096	−0·00458
270	7·19033	6·81954n	7·08892n	−0·00136	0·00167	−0·00032	−0·00118	−0·00310
300	7·09691	6·84510	6·92702n	0·00062	−0·00168	+0·00023	0·00081	0·00222
330	7·02119	6·95424	6·57418n	+0·00087	0·00185	0·00029	−0·00024	0·00170
	+0·01025	+0·00001	+0·00002	−0·00007	+0·00697	0·00014	−0·00356	0·02165
	+0·01032	−0·00006	+0·00002	−0·00004	+0·00691	−0·00016	−0·00354	−0·02175
				−0·00011	0·01388	−0·00030	−0·00710	−0·04340

TAFEL V.

E	lgr	v	A	$lg\,B$	ε	$lg\,y$	h
0	0·05557	0° 0′ 0″	3·33656	0·18770	143° 18′ 42″	8·24958	2·32466
15	0·05973	18 42 43	3·31881	0·18101	164 15 21	7·55060	2·34681
30	0·07173	37 4 30	3·37801	0·19002	185 17 44	6·63194	2·37797
45	0·09017	54 48 3	3·51390	0·21384	205 32 45	8·01866	2·41473
60	0·11306	71 41 49	3·72218	0·24819	224 20 57	8·50692	2·45624
75	0·13828	87 40 35	3·99395	0·28770	241 26 36	8·78428	2·50428
90	0·16381	102 44 37	4·31449	0·32760	256 54 32	8·95388	2·56926
105	0·18792	116 58 10	4·66327	0·36459	270 59 17	9·05062	2·67508
120	0·20924	130 27 55	5·01517	0·39664	283 58 13	9·08876	2·85499
135	0·22676	143 22 14	5·34264	0·42262	296 7 54	9·07316	3·09654
150	0·23972	155 49 41	5·61766	0·44203	307 43 58	9·00182	3·33820
165	0·24769	167 59 18	5·81695	0·45461	318 58 17	8·86516	3·53536
180	0·25037	180 0 0	5·92271	0·46038	330 2 28	8·63918	3·65794
195	0·24769	192 0 42	5·92658	0·45952	341 6 35	8·26102	3·69044
210	0·23972	204 10 19	5·82946	0·45225	352 19 53	7·47666	3·63291
225	0·22676	216 37 46	5·64217	0·43900	3 51 4	6·85382	3·49396
240	0·20924	229 32 5	5·38201	0·42017	15 48 34	8·03244	3·29228
255	0·18792	243 1 50	5·07243	0·39640	28 20 20	8·46718	3·05479
270	0·16381	257 15 23	4·73809	0·36837	41 34 38	8·70216	2·81466
285	0·13828	272 19 25	4·40312	0·33697	55 39 32	8·82914	2·60736
300	0·11306	288 18 11	4·08903	0·30331	70 43 30	8·87808	2·45919
315	0·09017	305 11 57	3·81343	0·26892	86 55 23	8·85814	2·37112
330	0·07173	322 55 30	3·58981	0·23590	104 23 39	8·76566	2·32842
345	0·05973	341 17 17	3·42845	0·20744	123 13 18	8·58144	2·31617
			54·93518	4·03256	2316 26 48		34·10672
			54·93570	4·03262	2136 26 22		34·10664

AFEL V.

E	l	G	G'	G''	θ	$lg\,K$	$lg\,L$	$lg\,N$
0	0·99093	2·31889	1·00433	0·00763	41° 15′ 44″	0·19252	0·52199	0·45353
15	0·95103	2·34572	0·95370	0·00159	39 38 19	0·17572	0·50083	0·43018
30	0·97907	2·37784	0·97938	0·00018	39 55 40	0·17863	0·50451	0·43424
45	1·07820	2·41148	1·08544	0·00399	42 11 21	0·20260	0·53463	0·46746
60	1·24496	2·44529	1·26628	0·01038	46 8 20	0·24981	0·59340	0·53200
75	1·46870	2·48002	1·50922	0·01626	51 25 12	0·32545	0·68604	0·63301
90	1·72426	2·52477	1·78866	0·01991	57 27 45	0·43432	0·81635	0·77367
105	1·96722	2·60782	2·05544	0·02096	62 43 0	0·55521	0·95744	0·92412
120	2·13921	2·78705	2·22692	0·01977	63 27 52	0·57500	0·98019	0·94822
135	2·22514	3·04946	2·28917	0·01695	60 8 8	0·49222	0·88435	0·84643
150	2·25850	3·30932	2·30057	0·01319	56 33 45	0·41628	0·79538	0·75098
165	2·26062	3·51880	2·28629	0·00911	53 46 0	0·36452	0·73315	0·68409
180	2·24380	3·64945	2·25758	0·00529	51 53 36	0·33304	0·69520	0·64299
195	2·21517	3·68708	2·22076	0·00223	50 55 6	0·31757	0·67649	0·62262
210	2·17558	3·63234	2·17653	0·00038	50 43 27	0·31456	0·67280	0·61863
225	2·12724	3·49381	2·12749	0·00010	51 17 36	0·32344	0·68358	0·63036
240	2·06876	3·28960	2·07302	0·00158	52 33 27	0·34392	0·70839	0·65725
255	1·99667	3·04561	2·01064	0·00479	54 22 27	0·37526	0·74603	0·69801
270	1·90246	2·79445	1·93200	0·00933	56 19 0	0·41150	0·78932	0·74463
285	1·77479	2·57459	1·82194	0·01438	57 22 30	0·43253	0·81426	0·77141
300	1·60887	2·42076	1·66602	0·01873	56 12 20	0·40933	0·78671	0·74184
315	1·42134	2·33743	1·47594	0·02091	52 48 54	0·34822	0·71354	0·66287
330	1·24042	2·30465	1·28389	0·01970	48 29 40	0·28162	0·63256	0·57481
345	1·09131	2·30249	1·11978	0·01479	44 24 14	0·22818	0·56657	0·50257
	20·57682	33·85441	20·95518	0·12607	621 0 36	4·14053	8·49680	7·87279
	20·57743	33·85431	20·95581	0·12606	621 2 47	4·14092	8·49691	7·87313

TAFEL V.

E	$lg\,N$	$lg\,P$	$lg\,Q$	$lg\,V$	$lg\,l_1$	$lg\,I_2$	$lg\,I_3$	$lg\,F_2$
0	9·91740	9·70597	0.00422	0·00255	0·35986	8 68458	9 25054	9·29702n
15	9·90312	9·66281	9·96273	9·96239	0·35343	7·95904n	9·43534	8·94753n
30	9·92157	9·67366	9·97960	9·97956	0 34794	8·71917n	9 54115	8·48820
45	9·97224	9·74087	0·05670	0·05586	0·34562	8·91855n	9·60051	9·18156
60	0·05447	9·86753	0·19630	0·19418	0·34686	9·02792n	9 62509	9·42569
75	0·16987	0·06133	0·40559	0·40238	0·35062	9·11119n	9·61889	9·56437
90	0·31728	0·32235	0·68531	0·68155	0·35538	9·18406n	9 58107	9 64917
105	0·46523	0 58317	0 96960	0·96585	0·35981	9·24591n	9·50533	9·69754
120	0·48496	0·56873	0 98457	0·98166	0·36301	9·29188n	9·37468	9·71661
135	0·37960	0·29069	0·73940	0·73677	0 36454	9·31757n	9·13732	9·70881
150	0·27732	0·02976	0·50683	0·50496	0·36431	9·31905n	8·44028	9·67314
165	0·20242	9·84053	0 33899	0·33774	0·36249	9·29172n	8·92716n	9·60481
180	0·15329	9·72277	0·23342	0·23271	0 35941	9·22730n	9·28238n	9·49182
195	0·12633	9 66892	0·18200	0·18171	0·35556	9·10755n	9·45676n	9·30274
210	0·11744	9·66976	0 17583	0 17578	0·35155	8·87881n	9 55881n	8 91056
225	0 12580	9·72276	0·21285	0 21285	0·34804	8·16316n	9·61685n	8·59914n
240	0·15018	9 82387	0·29008	0·28985	0 34578	8·70578	9·64139n	9·18845n
255	0·18836	9·96567	0 40201	0·40125	0·34539	9·05967	9 63608n	9 40582n
270	0·23131	0·12515	0 52820	0 52660	0·34731	9·23129	9·59006n	9 52331n
285	0·25321	0·24123	0·61150	0·60883	0·35140	9·32168	9·52754n	9·58680n
300	0·21830	0·23041	0·57284	0·56913	0·35682	9·35315	9 40331n	9·61127n
315	0 13346	0·10180	0·42373	0·41938	0·36202	9 32812	9 18318n	9 60130n
330	0·03943	9·93939	0·24794	0·24371	0·36502	9·23737	8·62304n	9·55506n
345	9·96397	9·80058	0·10156	0 09834	0·36431	9·05446	8·84991	9·46295n
	1·88295	9·67935	4·40554	4·38224				
	1·88361	9·68036	4·40666	4·38343				

TAFEL V.

E	$lg\,F_3$	$lg\,R_0$	$lg\,S_0$	$lg\,W_0$	$R_0\,Sin\,v + S_0(Cos\,v + Cos\,E)$	$-R_0\,Cos\,v + \left(\frac{r}{a\,Cos^2\varphi} + 1\right) S_0\,Sin\,v$	$W_0\,Cos\,u$	$W_0\,Sin\,u$
0	8·44582n	9·66529	8·71625n	9·21727	−0·10406	−0·46269	−0·15730	−0·04955
15	7·99595n	9·59547	8·69117n	9·38973	+0·03244	−0·40224	−0·19797	−0·14487
30	7·34789	9·55204	8·54962n	9·52208	0·15592	−0·32·96	-0·19293	−0·27107
45	7·58538	9·53852	8·02776n	9·65848	0·26869	−0·21563	−0·13861	−0·43389
60	7·84327n	9·54673	8·47246	9·81588	0·35849	−0·05606	−0·00936	−0·65440
75	8·45972n	9·53608	8·98281	0·00732	0·37211	+0·17729	+0·26596	−0·98162
90	8·75767n	9·16095	9·30679	0·23312	0·09658	0·43742	0·86112	−1·47793
105	8·93342n	9·96215n	9·44741	0·42008	−1·01643	0·11148	1·84238	−1·87788
120	9·03233n	0·38955n	8·71357	0·27244	−1·92502	−1·50618	1·58711	−0·99375
135	9·07102n	0·36770n	9·12853n	9·71460	−1·18831	−2·04900	0·48966	−0·17000
150	9·05450n	0·27198n	9·21027n	8·52192n	−0·47066	−1·85624	0·03303	+0·00387
165	8·98020n	0·19576n	9·16797n	9·39831n	−0·04042	−1·60484	−0·24908	−0·02386
180	8·83542n	0·13926n	9·09521n	9·56058n	−0·24902	−1·37802	−0·34677	−0·10922
195	8·58499n	0·10358n	9·00419n	9·65602n	0·46033	−1·19320	0·39422	0·22299
210	8·09276n	0·08124n	8·87703n	9·73920n	0·63081	−1·03053	−0·40984	0·36458
225	7·62064	0·06851n	8·65079n	9·82828n	0·76614	−0·88050	−0·39475	0·54559
240	7·91740	0·05478n	7·58883n	9·92844n	0·86754	−0·72984	−0·33113	−0·78077
255	6·46590	0·01567n	8·73062	0·02714n	0·88569	−0·57137	−0·17544	−1·04993
270	8·21034n	9·87077n	9·10568	0·12378n	0·69619	−0·41899	+0·10988	1·32525
285	8·55250n	9·05866n	9·25315	0·15567n	0·16799	−0·35171	0·48493	1·34641
300	8·71560n	9·73946	9·15112	0·01150n	−0·40581	−0·43255	0·60046	−0·83297
315	8·77890n	9·88626	8·73504	9·67801n	−0·55916	−0·52741	0·37892	−0·28883
330	8·76163n	9·84169	7·97589n	9·09279n	−0·43444	−0·54357	0·11665	−0·04152
345	8·66054n	9·75322	8·61574n	8·77714	−0·26072	−0·51214	−0·05985	+0·00128
		−6·23691	+0·09028	+0·46124	−0·28544	−8·30121	+1·79486	−6·89714
		−5·98896	+0·13508	+0·57818	−0·11165	8·01927	+1·85193	−7·08459
					−0·39709	−16·32048	+3·64679	−13·98173

TAFEL VI.

E	lgr	v	A	lgB	ε	lgg	h
0	0·05567	0° 0′ 0″	3·33265	0·18366	143° 27′ 37″	8·25534	2·35061
7·5	0·05672	9 22 35	3·31402	0·17811	154 1 43	7·97742	2·36095
15	0·05983	18 42 29	3·31445	0·17670	164 44 23	7·53240	2·37182
22·5	0·06492	27 57 2	3·33434	0·17970	175 27 43	6·49440	2·38306
30	0·07181	37 4 5	3·37356	0·18706	186 3 52	6·76022	2·39394
37·5	0·08033	46 1 24	3·43215	0·19843	196 24 57	7·63764	2·40414
45	0·09023	54 47 27	3·50972	0·21314	206 25 8	8·06128	2·41424
52·5	0·10124	63 20 58	3·60552	0·23044	216 0 16	8·33784	2·42394
60	0·11309	71 41 9	3·71862	0·24954	225 8 12	8·53854	2·43328
67·5	0·12554	79 47 30	3·84787	0·26970	233 48 42	8·69164	2·44308
75	0·13829	87 39 54	3·99136	0·29020	242 2 30	8·81104	2·45484
82·5	0·15113	95 18 33	4·14733	0·31057	249 51 29	8·90474	2·46980
90	0·16380	102 43 56	4·31310	0·33031	257 17 52	8·97752	2·49268
97·5	0·17612	109 56 41	4·48613	0·34915	264 24 6	9·03256	2·52874
105	0·18789	116 57 35	4·66322	0·36681	271 12 33	9·07184	2·58926
112·5	0·19897	123 47 29	4·84128	0·38312	277 45 30	9·09666	2·68309
120	0·20920	130 27 28	5·01659	0·39794	284 5 16	9·10778	2·80776
127·5	0·21849	136 58 36	5·18594	0·41124	290 13 54	9·10558	2·95204
135	0·22670	143 21 51	5·34530	0·42289	296 13 6	9·08990	3·09822
142·5	0·23379	149 38 27	5·49177	0·43292	302 4 47	9·06036	3·24259
150	0·23966	155 49 26	5·62169	0·44129	307 50 23	9·01596	3·37556
157·5	0·24430	161 56 0	5·73286	0·44803	313 31 23	8·95528	3·49384
165	0·24762	167 59 10	5·82200	0·45312	319 9 7	8·87588	3·59255
172·5	0·24964	174 0 9	5·88798	0·45659	324 44 47	8·77424	3·67016
180	0·25030	180 0 0	5·92860	0·45845	330 19 38	8·64460	3·72376
187·5	0·24964	185 59 51	5·94393	0·45876	335 54 37	8·47762	3·75296
195	0·24762	192 0 50	5·93292	0·45752	341 30 54	8·25574	3·75641

TAFEL VI.

E	lgr	v	A	$lg\,B$	ε	$lg\,g$	h
202·5	0·24430	198° 4′ 0″	5·89686	0·45480	347° 9 19	7·94194	3·73600
210	0·23966	204 10 34	5·83597	0·45060	352 50 57	7·42984	3·69008
217·5	0·23379	210 21 33	5·75266	0·44502	358 36 37	5·99796	3·62223
225	0·22670	216 38 9	5·64834	0·43803	4 27 18	7·01392	3·53448
232·5	0·21849	223 1 24	5·52595	0·42976	10 23 48	7·71072	3·42892
240	0·20920	229 32 32	5·38773	0·42019	16 27 9	8·08304	3·30862
247·5	0·19897	236 12 31	5·23722	0·40942	22 38 5	8·32786	3·17771
255	0·18789	243 2 25	5·07717	0·39748	28 57 34	8·50342	3·04088
262·5	0·17612	250 3 19	4·91102	0·38448	35 26 40	8·63410	2·90146
270	0·16380	257 16 4	4·74165	0·37043	42 6 18	8·73206	2·76774
277·5	0·15113	264 41 27	4·57222	0·35545	48 57 35	8·80434	2·64587
285	0·13829	272 20 6	4·40530	0·33961	56 1 36	8·85506	2·54112
292·5	0·12554	280 12 30	4·24380	0·32304	63 19 47	8·88680	2·46050
300	0·11309	288 18 51	4·08975	0·30586	70 53 35	8·90092	2·40316
307·5	0·10124	296 39 2	3·94551	0·28829	78 44 32	8·89812	2·36526
315	0·09023	305 12 33	3·81276	0·27053	86 54 12	8·87820	2·34289
322·5	0·08033	313 58 36	3·69304	0·25286	95 24 13	8·84028	2·33141
330	0·07181	322 55 55	3·58783	0·23573	104 16 3	8·78268	2·32740
337·5	0·06492	332 2 58	3·49834	0·21963	113 30 18	8·70238	2·32844
345	0·05983	341 17 31	3·42538	0·20497	123 6 42	8·59444	2·33474
352·5	0·05672	350 37 25	3·36996	0·19290	133 8 22	8·45050	2·34111
			109·89566	8·06206	4461 31 55		68·14604
			109·89770	8·06241	4641 33 40		68·14730

TAFEL VI.

E	l	G	G'	G''	θ	$lg\,K$	$lg\,L'$	$lg\,N$
0	0·96024	2·34507	0·97367	0·00788	40° 13′ 52″	0·18173	0·50841	0·43855
7·5	0·93127	2·35813	0·93838	0·00429	39 10 28	0·17114	0·49505	0·42378
15	0·92082	2·37083	0·92337	0·00156	38 38 15	0·16587	0·48839	0·41642
22·5	0·92948	2·38297	0·92971	0·00014	38 39 24	0·16606	0·48862	0·41668
30	0·95782	2·39377	0·95824	0·00025	39 15 15	0·17189	0·49600	0·42484
37·5	1·00620	2·40285	1·00928	0·00179	40 25 24	0·18371	0·51091	0·44130
45	1·07368	2·41067	1·08167	0·00442	42 6 47	0·20176	0·53358	0·46629
52·5	1·15978	2·41677	1·17461	0·00767	44 17 37	0·22686	0·56492	0·50076
60	1·26354	2·42095	1·28696	0·01109	46 56 0	0·26021	0·60624	0·54606
67·5	1·38298	2·42359	1·41679	0·01432	50 0 42	0·30370	0·65995	0·60425
75	1·51472	2·42555	1·56108	0·01709	53 29 40	0·35946	0·72716	0·67778
82·5	1·65572	2·42689	1·71789	0·01926	57 25 37	0·43358	0·81547	0·77273
90	1·79862	2·43091	1·88116	0·02076	61 44 8	0·53035	0·92871	0·89364
97·5	1·93560	2·44147	2·04447	0·02159	66 19 50	0·65786	1·07466	1·04776
105	2·05216	2·47722	2·18600	0·02179	70 2 30	0·78597	1·21807	1·19758
112·5	2·13639	2·57141	2·26947	0·02141	70 3 0	0·78618	1·21840	1·19793
120	2·18703	2·71920	2·29613	0·02053	66 51 40	0·67460	1·09347	1·06753
127·5	2·21210	2·88654	2·29684	0·01923	63 13 26	0·56854	0·97279	0·94061
135	2·22528	3·04927	2·29184	0·01760	60 12 0	0·49370	0·88609	0·84828
142·5	2·22738	3·20596	2·27973	0·01572	57 34 30	0·43662	0·81907	0·77659
150	2·22434	3·34798	2·26559	0·01368	55 25 40	0·38455	0·76913	0·72289
157·5	2·21722	3·47316	2·24945	0·01155	53 39 33	0·36233	0·73060	0·68149
165	2·20765	3·57691	2·23240	0·00941	52 14 42	0·33875	0·70212	0·65047
172·5	2·19602	3·65905	2·21447	0·00734	51 7 6	0·32069	0·68025	0·62674
180	2·18304	3·71602	2·19619	0·00541	50 16 44	0·30773	0·66447	0·60959
187·5	2·16917	3·74788	2·17793	0·00368	49 41 27	0·29893	0·65374	0·59791
195	2·15471	3·75341	2·15994	0·00222	49 21 16	0·29398	0·64770	0·59132

TAFEL VI.

E	l	G	G'	G''	θ	$lg\,K$	$lg\,L'$	$lg\,N$
202·5	2·13956	3·73453	2·14212	0·00109	49° 14′ 22″	0·29230	0·64564	0·58908
210	2·12408	3·68961	2·12489	0·00034	49 22 11	0·29420	0·64797	0·59162
217·5	2·10863	3·62221	2·10866	0·00001	49 43 44	0·29949	0·65443	0·59866
225	2·09206	3·53428	2·09240	0·00014	50 18 16	0·30813	0·66497	0·61013
232·5	2·07523	3·42781	2·07706	0·00072	51 7 12	0·32070	0·68023	0·62675
240	2·05730	3·30569	2·06201	0·00178	52 10 40	0·33766	0·70080	0·64905
247·5	2·03771	3·17180	2·04690	0·00328	53 28 18	0·35939	0·72700	0·67743
255	2·01448	3·03053	2·03001	0·00518	54 57 46	0·38594	0·75884	0·71182
262·5	1·98776	2·88182	2·01182	0·00742	56 40 30	0·41852	0·79766	0·75359
270	1·95212	2·74286	1·98690	0·00990	58 23 45	0·45375	0·83927	0·79825
277·5	1·90455	2·61134	1·95158	0·01251	59 54 15	0·48692	0·87517	0·83983
285	1·84238	2·49733	1·90125	0·01508	60 51 0	0·50889	0·90378	0·86713
292·5	1·76150	2·41133	1·82815	0·01748	60 39 26	0·50435	0·89850	0·86150
300	1·66478	2·35411	1·73337	0·01951	59 14 30	0·47207	0·86078	0·82126
307·5	1·55844	2·32054	1·62114	0·02098	56 57 0	0·42397	0·80407	0·76052
315	1·44807	2·30462	1·50808	0·02174	54 11 12	0·37192	0·74207	0·69370
322·5	1·33983	2·30007	1·39278	0·02161	51 18 27	0·32366	0·68383	0·63065
330	1·23863	2·30266	1·28388	0·02051	48 31 49	0·28212	0·63318	0·57549
337·5	1·14810	2·30966	1·18529	0·01841	45 58 35	0·24773	0·59082	0·52917
345	1·06884	2·32122	1·09778	0·01542	43 38 56	0·21921	0·55540	0·49030
352·5	1·00705	2·33198	1·02795	0·01177	41 15 43	0·19791	0·52875	0·46097
	41·22639	67·52027	42·11488	0·26329	1258 28 34	8·78444	7·57660	6·35999
	41·22767	67·52276	42·11547	0·26333	1258 25 36	8·79114	7·57053	6·35668

TAFEL VI.

E	$lg\,N$	$lg\,P$	$lg\,Q$	$lg\,V$	$lg\,J_1$	$lg\,J_2$	$lg\,J_3$	$lg\,F_2$	$lg\,F_3$
0	9·89945	9·66464	9·96639	9·96467	0·35447	8·60293	9·43720	9·29974n	8·34696n
7·5	9·88834	9·63667	9·93876	9·93783	0·35095	8·27207	9·49314	9·16078n	8·12412n
15	9·88656	9·62459	9·92780	9·92746	0·34790	6·59106	9·53533	8·93827n	7·78467n
22·5	9·89399	9·62833	9·93353	9·93350	0·34567	8·18412n	9·56633	8·41927n	7·08931n
30	9·91063	9·64839	9·95635	9·95629	0·34452	8·46464n	9·58769	8·55218	6·89460
37·5	9·93659	9·68540	9·99684	9·99646	0·34450	8·62511n	9·60036	8·99089	6·55770n
45	9·97161	9·73931	0·05496	0·05403	0·34555	8·74304n	9·60487	9·20271	7·67772n
52·5	0·01622	9·81192	0·13237	0·13078	0·34747	8·84148n	9·60141	9·34099	8·08956n
60	0·07123	9·90553	0·23132	0·22904	0·34995	8·92886n	9·58984	9·44134	8·35421n
67·5	0·13806	0·02399	0·35530	0·35240	0·35278	9·00826n	9·56973	9·51789	8·54622n
75	0·21805	0·16949	0·50797	0·50455	0·35565	9·08034n	9·54024	9·57759	8·69275n
82·5	0·31690	0·35539	0·70114	0·69735	0·35839	9·14495n	9·49996	9·62444	8·80715n
90	0·43758	0·58739	0·94177	0·93776	0·36077	9·20194n	9·44657	9·66083	8·89679n
97·5	0·58670	0·87842	1·24299	1·23892	0·36274	9·25115n	9·37630	9·68835	8·96627n
105	0·72889	1·15142	1·52870	1·52472	0·36420	9·29241n	9·28233	9·70799	9·01845n
112·5	0·72726	1·11812	1·51142	1·50765	0·36510	9·32589n	9·15112	9·72040	9·05524n
120	0·60024	0·81841	1·23013	1·22666	0·36546	9·35158n	8·94841	9·72596	9·07782n
127·5	0·47442	0·52067	0·95176	0·94866	0·36529	9·36957n	8·53161	9·72486	9·08690n
135	0·38086	0·29357	0·74245	0·73972	0·36462	9·37978n	8·33866n	9·71702	9·08269n
142·5	0·30586	0·10875	0·57436	0·57202	0·36354	9·38216n	8·89059n	9·70225	9·06511n
150	0·24783	9·96384	0·44416	0·44219	0·36206	9·37630n	9·12323n	9·68005	9·03357n
157·5	0·20149	9·84777	0·34082	0·33920	0·36029	9·36181n	9·26977n	9·64971	8·98710n
165	0·16581	9·75863	0·26163	0·26034	0·35830	9·33764n	9·37424n	9·61001	8·92399n
172·5	0·13741	9·68918	0·19991	0·19892	0·35617	9·30257n	9·45303n	9·55919	8·84173n
180	0·11607	9·63912	0·15495	0·15423	0·35400	9·25431n	9·51395n	9·49437	8·73622n
187·5	0·10069	9·60601	0·12439	0·12391	0·35183	9·18924n	9·56139n	9·41088	8·60106n
195	0·09098	9·58930	0·10761	0·10732	0·34979	9·10109n	9·59792n	9·29994	8·42454n

TAFEL VI.

E	$lg\,N$	$lg\,P$	$lg\,Q$	$lg\,V$	$lg\,J_1$	$lg\,J_2$	$lg\,J_3$	$lg\,F_2$	$lg\,F_3$
202·5	0·08616	9·58708	0 10288	0·10273	0·34796	8 97731n	9 62523n	9 14304	8·18370n
210	0·08679	9·60072	0·11139	0·11134	0 34643	8·78767n	9·64434n	8·88699	7·81660n
217 5	0 09240	9·62887	0·13208	0·13208	0 34526	8·41814n	9·65595n	8·17105	6·94447n
225	0·10285	9 67118	0·16466	0·16464	0·34453	7·99078	9·66041n	8·66960n	7·19050
232 5	0·11882	9·72883	0·21046	0·21036	0·34430	8·66049	9 65787n	9·02743n	6·87188
240	0·14061	9 80241	0·27016	0·26990	0·34463	8·90747	9·64819n	9·21359n	7·48747n
247 5	0·16851	9·89201	0·34419	0·34367	0·34549	9 05706	9 63111n	9·33600n	7·97650n
255	0 20213	9·99645	0·43169	0·43086	0·34692	9·15972	9·60595n	9·42378n	8·25197n
262·5	0·24270	0 11788	0 53505	0·53382	0·34885	9·23322	9 57179n	9·48912n	8·43980n
270	0·28546	0·24522	0 64397	0·64225	0·35121	9·28563	9 52706n	9·53810n	8·57606n
277 5	0·32457	0·36186	0·74546	0·74321	0·35387	9·32100	9·46941n	9 57424n	8·67967n
285	0·34918	0 45278	0·81622	0 81337	0 35669	9·34151	9·39491n	9·59960n	8·74990n
292 5	0·34113	0·46883	0 81723	0·81382	0 35946	9 34836	9·29663n	9·61547n	8·80060n
300	0·29893	0·40889	0·74478	0 74086	0·36198	9 34128	9·16059n	9·62253n	8 83149n
307·5	0·23600	0·30107	0 62702	0 62269	0 36400	9·32050	8·95163n	9 62113n	8 84418n
315	0·16616	0·17487	0 49318	0·48862	0·36531	9·28509	8·51996n	9·61117n	8·83922n
322·5	0·09942	0 05165	0·36427	0·35968	0 36578	9·23376	8 36810	9·59221n	8·81638n
330	0·04042	9·94144	0·24983	0·24543	0·36521	9·16459	8·89702	9 56341n	8 77467n
337 5	9·99089	9 84773	0 15307	0 14910	0 36366	9·07463	9 12257	9·52326n	8·71198n
345	9·94929	9·76751	0·07100	0 06765	0·36118	8·95918	9·26376	9·46929n	8·62468n
352 5	9 92029	9 70922	0·01135	0 00879	0·35800	8·80895	9·36331	9·39732n	8·50664n
	4 34764	0·61510	0·05307	0·00390					
	4 34482	0·60565	0·04665	9·99755					

TAFEL VI.

E	$lg\, R_0$	$lg\, S_0$	$lg\, W_0$	$R_0\, Sin\, v + S_0(Cos\, v + Cos\, E)$	$-R_0\, Cos\, v + S_0\left(\frac{r}{a\, Cos^2 \varphi} + 1\right) Sin\, v$	$W_0\, Cos\, u$	$W_0\, Sin\, u$
0	9·59179	8·74178n	9·38382	−0·11036	−0·39065	−0·19565	−0·14242
7·5	9·55158	8·66764n	9·42160	−0·03400	−0·33755	−0·18527	−0·18807
15	9·52263	8·55895n	9·45893	+0·03756	−0·33677	−0·16600	−0·23497
22·5	9·50603	8·38507n	9·49913	0·10643	−0·30415	0·13833	−0·28366
30	9·50292	8·02078n	9·54442	0·17445	−0·26573	−0·10170	−0·33520
37·5	9·51387	7·74974	9·59662	0·24331	−0·21916	−0·05445	−0·39125
45	9·53799	8·39498	9·65641	0·31386	−0·16071	+0·00668	−0·45327
52·5	9·57584	8·68476	9·72573	0·38772	−0·08630	0·08688	−0·52464
60	9·62594	8·89437	9·80672	0·46505	+0·01128	0·19524	−0·61034
67·5	9·68760	9·07482	9·90237	0·54589	0·14313	0·34817	−0·71878
75	9·75197	9·17304	0·01528	0·60905	0·27331	0·57499	−0·86156
82·5	9·82128	9·41350	0·15525	0·66965	0·58271	0·94480	−1·07308
90	9·84208	9·59280	0·32593	0·59176	0·93659	1·59326	−1·39550
97·5	9·51565	9·77679	0·53450	0·02603	1·28205	2·83831	−1·91461
105	0·24919n	9·82677	0·69322	−2·05999	0·45798	4·39690	−2·23910
112·5	0·64475n	8·89575	0·48677	3·74152	−2·31462	2·87953	−1·05693
120	0·59037n	9·45344n	9·85069	−2·63633	−2·99498	0·68951	−0·16540
127·5	0·46708n	9·50614n	9·01250n	1·57042	−2·62281	−0·10216	+0·01249
135	0·37176n	9·46544n	9·55341n	−0·96369	−2·27476	−0·35759	0·00364
142·5	0·29174n	9·40241n	9·64283n	−0·57064	−1·97378	−0·43720	−0·04359
150	0·22990n	9·33838n	9·60982n	−0·30774	−1·74995	−0·39849	−0·08381
157·5	0·18035n	9·27407n	9·67668n	−0·11742	−1·57214	−0·45177	−0·14667
165	0·14202n	9·21104n	9·68056n	+0·02737	−1·43341	−0·43768	−0·19523
172·5	0·11099n	9·14660n	9·68363n	0·14343	−1·31749	−0·41775	−0·24173
180	0·08686n	9·07986n	9·68976n	0·24038	−1·22140	−0·39575	−0·28809
187·5	0·06845n	9·00728n	9·69951n	0·32427	−1·14006	−0·37173	−0·33532
195	0·05514n	8·92480n	9·71399n	0·39982	−1·07069	−0·34589	−0·38805

TAFEL VI.

E	$lg\, R_0$	$lg\, S_0$	$lg\, W_0$	$R_0\, Sin\, v + S_0 (Cos\, v + Cos\, E)$	$-R_0\, Cos\, v + S_0 \left(\frac{r}{a\, cos^2 \varphi} + 1\right) Sin\, v$	$W_0\, Cos\, u$	$W_0\, Sin\, u$
202·5	0·04581n	8·82295n	9·73273n	0·46932	−1·00973	−0·31673	−0·43788
210	0·04065n	8·68583n	9·75766n	0·53600	−0·95709	−0·28419	−0·49681
217·5	0·03894n	8·46523n	9·78829n	0·60116	−0·91085	−0·24576	−0·56286
225	0·03919n	7·88195n	9·82457n	0·66459	−0·86817	−0·19867	−0·63746
232·5	0·04155n	8·23629	9·86800n	0·72773	−0·83024	−0·13983	0·72453
240	0·04411n	8·66922	9·91912n	0·78858	0·79523	−0·06375	−0·82764
247·5	0·04427n	8·91677	9·97817n	0·84275	−0·76267	+0·03753	−0·95022
255	0·03461n	9·10175	0·04383n	0·87526	−0·72882	0·17483	−1·09230
262·5	0·00553n	9·25593	0·11773n	0·86707	−0·69818	0·36386	−1·25988
270	9·92012n	9·37987	0·18838n	0·75869	0·66315	0·61087	−1·41697
277·5	9·66936n	9·47153	0·24078n	0·47629	0·63914	0·88998	1·49624
285	9·02543	9·47759	0·24917n	−0·01598	0·60179	1·10220	−1·39119
292·5	9·85002	9·37745	0·16896n	−0·56324	−0·58606	1·06605	−1·02016
300	0·02146	9·12444	9·98717n	−0·88901	0·57487	0·78910	−0·56562
307·5	0·03954	8·61700	9·71178n	−0·93518	−0·56197	0·45762	−0·23616
315	9·99261	8·23300n	9·31239n	−0·82522	−0·54047	0·19442	−0·06595
322·5	9·92174	8·68368n	8·30899n	−0·67278	−0·51501	0·02006	−0·00353
330	9·84514	8·79748n	8·93857	−0·52635	−0·48863	−0·08680	+0·00154
337·5	9·77174	8·82975n	9·17796	0·39922	−0·46407	−0·14914	0·02123
345	9·70050	8·82053n	9·27834	−0·28749	−0·43649	−0·18115	−0·05659
352·5	9·64292	8·79288n	9·34068	−0·19438	−0·41517	−0·19580	−0·09837
	−12·26663	+0·69628	+1·12620	−2·13974	−16·87460	+7·11469	−13·93529
	−12·64414	+0·61728	+1·86272	−2·36770	−17·27326	+6·72687	−13·71690
				−4·50744	−34·14786	+13·84156	−27·65219

TAFEL VII.

E	*lgr*	*v*	*A*	*lg B*		*lg g*	*h*
0	0·05604	0° 0′ 0″	3·32626	0·17868	144° 33 33″	8·24350	2·37782
7 5	0·05708	9 22 11	3·30733	0·17384	155 19 26	7·94844	2·38098
15	0·06019	18 41 41	3·30775	0·17362	166 11 9	7·46270	2·38314
22·5	0·06526	27 55 54	3·32765	0·17817	176 59 47	6·15446	2·38372
30	0·07212	37 2 37	3·36706	0·18710	187 36 42	6·97786	2 38336
37·5	0·08061	45 59 41	3·42602	0 19994	197 54 29	7·73502	2·38166
45	0 09047	54 15 28	3·50405	0·21581	207 48 2	8·12862	2·37954
52·5	0·10143	63 18 50	3 60043	0·23391	217 14 35	8·39108	2 37680
60	0·11325	71 38 53	3·71431	0·25340	226 13 10	8·58334	2·37424
67 5	0 12566	79 45 9	3·84443	0·27357	234 44 27	8·73058	2 37360
75	0·13836	87 37 30	3·98875	0·29378	242 50 6	8 84552	2·37610
82 5	0 15116	95 16 11	4·14569	0·31362	250 32 32	8·93564	2·38629
90	0·16380	102 41 38	4·31257	0·33271	257 54 2	9 00538	2·41064
97 5	0·17608	109 54 27	4·48661	0·35077	264 57 3	9 05764	2·46482
105	0·18782	116 55 26	4·66480	0·36764	271 44 2	9 09436	2·56102
112 5	0·19887	123 45 30	4·84397	0·38319	278 17 5	9·11676	2·69690
120	0 20907	130 25 39	5·02018	0·39732	284 38 20	9·12546	2·85366
127·5	0·21832	136 56 58	5 19035	0·41000	290 49 33	9·12078	3·01688
135	0 22653	143 20 27	5·35090	0·42116	296 52 21	9 10256	3·17782
142·5	0·23359	149 37 14	5·49809	0·43082	302 48 6	9·07024	3·32809
150	0 23945	155 48 28	5·62888	0·43894	308 38 21	9 02278	3·46384
157 5	0·24408	161 55 17	5·74072	0·44559	314 24 20	8·95856	3·58075
165	0·24739	167 58 42	5·83049	0·45071	320 6 50	8·87496	3·67604
172·5	0·24940	173 59 54	5 89687	0·45435	325 47 9	8·76808	3·74762
180	0 25007	180 0 0	5·93808	0 45649	331 26 10	8·63156	3·79372
187 5	0·24940	186 0 6	5·95350	0·45718	337 4 52	8 45470	3·81325
195	0·24739	192 1 18	5·94276	0·45644	342 44 4	8 21728	3·80524

TAFEL VII.

E	$lg r$	v	A	$lg B$	ε	$lg g$	h
202·5	0·24408	198° 4′ 43″	5·90674	0·45429	348° 24′ 37″	7·85402	3·77141
210	0·23945	204 11 32	5·84580	0·45072	354 7 25	7·28138	3·71192
217·5	0·23359	210 22 46	5·76220	0·44577	359 53 9	3·84960	3·62909
225	0·22653	216 39 33	5·65769	0·43947	5 42 43	7·23430	3·52439
232·5	0·21832	223 3 2	5·53456	0·43181	11 36 58	7·83102	3·40115
240	0·20907	229 34 21	5·39591	0·42283	17 36 54	8·16694	3·26240
247·5	0·19887	236 14 30	5·24471	0·41255	23 43 22	8·39370	3·11274
255	0·18782	243 4 34	5·08387	0·40097	29 57 28	8·55826	2·95718
262·5	0·17608	250 5 33	4·91675	0·38823	36 19 58	8·68126	2·79832
270	0·16380	257 18 22	4·74642	0·37416	42 53 9	8·77350	2·65332
277·5	0·15116	264 43 49	4·57583	0·35899	49 37 25	8·84116	2·52790
285	0·13836	272 22 30	4·40782	0·34275	56 34 42	8·88798	2·43832
292·5	0·12566	280 14 51	4·24526	0·32556	63 46 49	8·91630	2·38676
300	0·11325	288 21 7	4·09004	0·30754	71 15 32	8·92724	2·36116
307·5	0·10143	296 41 10	3·94462	0·28892	79 3 6	8·92136	2·35118
315	0·09047	305 14 32	3·81087	0·26998	87 11 39	8·89840	2·34928
322·5	0·08061	314 0 19	3·69014	0·25107	95 43 8	8·85728	2·35196
330	0·07212	322 57 23	3·58399	0·23272	104 39 27	8·79618	2·35670
337·5	0·06526	332 4 6	3·49368	0·21556	114 1 44	8·71186	2·36234
345	0·06019	341 18 19	3·42003	0·20028	123 49 36	8·59894	2·36817
352·5	0·05708	350 37 49	3·36396	0·18772	134 1 34	8·44840	2·37336
			109·93925	8·06522	4483 4 57		67·99902
			109·94014	8·06542	4663 5 14		67·99757

TAFEL VII.

E	l	G	G'	G''	θ	$lg\,K$	$lg\,L'$	$lg\,N$
0	0·92556	2·37272	0·93853	0·00787	39° 5′ 15″	0·17025	0·49393	0·42254
7·5	0·90346	2·37845	0·91009	0·00410	38 16 30	0·16240	0·48399	0·41156
15	0·90173	2·38232	0·90390	0·00135	38 2 34	0·16020	0·48120	0·40847
22·5	0·92116	2·38368	0·92127	0·00006	38 26 26	0·16398	0·48599	0·41377
30	0·96082	2·38308	0·96152	0·00041	39 26 28	0·17375	0·49834	0·42742
37·5	1·02148	2·37998	1·02539	0·00223	41 3 17	0·19031	0·51922	0·45047
45	1·10163	2·37509	1·11117	0·00509	43 13 18	0·21425	0·54921	0·48350
52·5	1·20075	2·36790	1·21818	0·00853	45 55 37	0·24709	0·59003	0·52831
60	1·31719	2·35864	1·34486	0·01208	49 9 42	0·29117	0·64426	0·58759
67·5	1·44791	2·34816	1·48876	0·01538	52 54 53	0·34990	0·71555	0·66506
75	1·58978	2·33590	1·64818	0·01820	57 16 52	0·43062	0·81196	0·77150
82·5	1·73652	2·32300	1·82020	0·02039	62 24 26	0·54725	0·94825	0·91438
90	1·87904	2·30853	2·00305	0·02190	68 46 24	0·73912	1·16632	1·14376
97·5	1·99891	2·29982	2·18661	0·02271	77 14 40	1·14090	1·60249	1·59304
105	2·08090	2·39714	2·26773	0·02286	76 37 40	1·10250	1·56163	1·55135
112·5	2·12420	2·58786	2·25566	0·02242	69 6 0	0·75086	1·17904	1·15696
120	2·14364	2·77790	2·24085	0·02145	64 1 20	0·59019	0·99762	0·96664
127·5	2·15060	2·96193	2·22559	0·02003	60 12 17	0·49380	0·88623	0·84841
135	2·15020	3·13691	2·20939	0·01827	57 10 0	0·42831	0·80923	0·76604
142·5	2·14712	3·29709	2·19437	0·01625	54 46 0	0·38234	0·75451	0·70717
150	2·14216	3·44021	2·17981	0·01405	52 50 18	0·34862	0·71403	0·66339
157·5	2·13709	3·56286	2·16676	0·01177	51 19 18	0·32389	0·68413	0·63096
165	2·13158	3·66267	2·15445	0·00950	50 8 33	0·30567	0·66192	0·60685
172·5	2·12636	3·73789	2·14341	0·00732	49 16 16	0·29276	0·64621	0·58970
180	2·12148	3·78693	2·13357	0·00530	48 40 38	0·28421	0·63574	0·57828
187·5	2·11737	3·80883	2·12531	0·00352	48 21 16	0·27964	0·63014	0·57217
195	2·11464	3·80267	2·11926	0·00205	48 18 16	0·27894	0·62927	0·57122

TAFEL VII.

E	l	G	G'	G''	θ	$lg\,K$	$lg\,L'$	$lg\,N$
202·5	2·11245	3·77027	2·11449	0·00090	48° 30′ 0″	0·28169	0·63266	0·57492
210	2·11100	3·71141	2·11157	0·00039	48 57 49	0·28831	0·64076	0·58376
217·5	2·11023	3·62909	2·11023	0·00000	49 41 16	0·29888	0·65369	0·59784
225	2·11042	3·52405	2·11099	0·00023	50 42 48	0·31439	0·67260	0·61841
232·5	2·11053	3·39960	2·11302	0·00094	52 2 24	0·33540	0·69806	0·64608
240	2·11062	3·25847	2·11668	0·00213	53 43 7	0·36368	0·73219	0·68301
247·5	2·10909	3·10473	2·12086	0·00376	55 45 46	0·40087	0·77663	0·73100
255	2·10380	2·94253	2·12424	0·00579	58 12 38	0·44984	0·83468	0·79332
262·5	2·09555	2·77276	2·12924	0·00813	61 14 52	0·51845	0·91492	0·87896
270	2·07022	2·61131	2·12294	0·01071	64 25 50	0·60157	1·01038	0·98037
277·5	2·02505	2·46372	2·10262	0·01339	67 33 12	0·69736	1·11910	1·09435
285	1·94662	2·35887	2·04211	0·01604	68 34 48	0·73229	1·15831	1·13535
292·5	1·83562	2·31186	1·92902	0·01849	66 5 20	0·64760	1·06375	1·03701
300	1·70600	2·29914	1·78858	0·02057	62 1 17	0·53757	0·93706	0·90248
307·5	1·57056	2·30159	1·64223	0·02207	57 48 45	0·44150	0·82482	0·78277
315	1·43868	2·30996	1·50083	0·02283	53 55 0	0·36714	0·73630	0·68749
322·5	1·31530	3·32112	1·36880	0·02266	50 24 0	0·30958	0·66675	0·61205
330	1·20441	2·33297	1·24962	0·02175	47 17 10	0·26494	0·61174	0·55242
337·5	1·10846	2·34457	1·14541	0·01918	44 34 50	0·23032	0·56923	0·50549
345	1·02898	2·35546	1·05763	0·01594	42 17 17	0·20369	0·46875	0·46875
352·5	0·96772	2·36486	0·98823	0·01202	40 26 40	0·18393	0·51118	0·44160
	41·39110	67·22521	42·44146	0·27646	1282 55 2	9·64122	8·45745	7·35391
	41·39352	67·22202	42·44575	0·27625	1283 24 11	9·67070	8·55657	7·38403

TAFEL VII.

E	$lg N$	$lg P$	$lg Q$	$lg V$	$lg J_1$	$lg J_2$	$lg J_3$	$lg F_2$	$lg F_3$
0	9·88109	9·62164	9·92694	9·92524	0·34823	8·76738	9·54144	9·29408n	8·02113n
7·5	9·87480	9·60471	9·90932	9·90844	0·34606	8·66408	9·56076	9·14655n	7·60864n
15	9·87850	9·60520	9·90972	9·90943	0·34493	8·53020	9·57113	8·90368n	6·49114n
22·5	9·89241	9·62388	9·92892	9·92891	0·34499	8·31681	9·57292	8·24956n	6·58334
30	9·91597	9·65989	9·96618	9·96609	0·34620	7·74974	9·56616	8·66126	7·33235n
37·5	9·94986	9·71512	0·02335	0·02288	0·34835	8·08636n	9·55076	9·03984	7·89538n
45	9·99407	9·79006	0·10096	0·09988	0·35116	8·51917n	9·52591	9·23664	8·21655n
52·5	0·04485	9·88302	0·19723	0·19543	0·35427	8·75496n	9·49044	9·36787	8·43942n
60	0·11915	0·01365	0·33186	0·32933	0·35737	8·92002n	9·44237	8·46400	8·60571n
67·5	0·20468	0·17311	0·49618	0·49299	0·36018	9·04602n	9·37840	9·53762	8·73391n
75	0·31340	0·38170	0·71307	0·70937	0·36252	9·14548n	9·29270	9·59509	8·83380n
82·5	0·45861	0·66718	1·00315	0·99904	0·36426	9·22381n	9·17397	9·64015	8·91126n
90	0·67936	1·11080	1·45568	1·45136	0·36535	9·28881n	8·99577	9·67502	8·96985n
97·5	1·10792	1·97849	2·33500	2·33064	0·36577	9·33903n	8·61696	9·70115	9·01191n
105	1·06621	1·86020	2·23374	2·22952	0·36556	9·37754n	7·89763n	9·71951	9·03893n
112·5	0·68736	1·03302	1·42763	1·42369	0·36479	9·40559n	8·79789n	9·73071	9·05182n
120	0·50154	0·60504	1·02112	1·01753	0·36355	9·42392n	9·06952n	9·73506	9·05091n
127·5	0·38249	0·31972	0·75640	0·75320	0·36192	9·43319n	9·23228n	9·73272	9·03622n
135	0·29663	0·10780	0·60764	0·60512	0·35999	9·43337n	9·34626n	9·72361	9·00727n
142·5	0·23293	9·94692	0·41984	0·41746	0·35786	9·42465n	9·43167n	9·70745	8·96306n
150	0·18378	9·82109	0·30881	0·30682	0·35566	9·40657n	9·49782n	9·68372	8·90198n
157·5	0·14601	9·72368	0·22374	0·22212	0·35344	9·37836n	9·54969n	9·65161	8·82162n
165	0·11687	9·64895	0·15880	0·15752	0·35133	9·33664n	9·59021n	9·60981	8·71768n
172·5	0·09516	9·59443	0·11139	0·11042	0·34940	9·28524n	9·62130n	9·55637	8·58402n
180	0·07980	9·55774	0·07918	0·07849	0·34773	9·21442n	9·64414n	9·48811	8·40919n
187·5	0·07046	9·53822	0·06144	0·06099	0·34636	9·11952n	9·65955n	9·39968	8·17071n
195	0·06704	9·53567	0·05794	0·05792	0·34540	8·98726n	9·66891n	9·28097	7·81132n

TAFEL VII.

E	$lg\,N$	$lg\,P$	$lg\,Q$	$lg\,V$	$lg\,J_1$	$lg\,J_2$	$lg\,J_3$	$lg\,F_2$	$lg\,F_3$
202·5	0 06893	9·54863	0 06737	0 06725	0·34486	8·78469n	9·66972n	9·10934	7·03762n
210	0 07663	9·57821	0·09080	0·09075	0·34483	8·37840n	9·66476n	8 81302	7 03958
217·5	0 09016	9·62425	0·12820	0·12820	0·34521	8 11428	9·65298n	7·09713	5 71651
225	0·11065	9·68911	0·18199	0 18196	0·34610	8 68975	9 63399n	8 78948n	7 60530n
232·5	0·13852	9·77348	0 25305	0·25291	0·34744	8 91918	9·60715n	9 08784n	8 03166n
240	0·17567	9 88126	0·34538	0·34507	0·34902	9 05824	9·57148n	9·25580n	8 29139n
247·5	0·22359	0·01512	0 46204	0·46146	0·35132	9 15250	9 52542n	9·36918n	8 47332n
255	0·28492	0·18046	0·60867	0·60774	0·35368	9 21859	9 46657n	9 45146n	8 60747n
262 5	0·36814	0·39470	0 80292	0 80154	0 35618	9·26425	9 39109n	9 51296n	8·70787n
270	0 46503	0 63815	1 02677	1 02487	0 35868	9 29354	9·29210n	9 55908n	8 78211n
277·5	0·57256	0·90376	1·27296	1·27047	0·36098	9·30874	9 15582n	9·59291n	8·83467n
285	0·60935	1·01638	1·36906	1·36596	0·36300	9 31245	8·94792n	9·61632n	8·86822n
292·5	0·51159	0·84050	1·18118	1·17750	0·36449	9·30164	8·52517n	9 63048n	8 88436n
300	0·37973	0 58593	0·91678	0 91259	0·36535	9·28051	8 33244	9·63595n	8 88368n
307·5	0·25890	0·35138	0·67550	0 67093	0·36543	9·24812	8·87703	9 63301n	8·86625n
315	0 16008	0·16064	0 47970	0·47491	0 36466	9·20490	9 10418	9·62153n	8·83135n
322·5	0·07972	0·00663	0·32185	0·31706	0 36307	9 15140	9·24522	9·60097n	8·77734n
330	0 01514	9·88310	0 19567	0 19111	0·36069	9·08853	9 34384	9·57042n	8·70157n
337·5	9·96424	9 78627	0·09613	0 09203	0 35770	9·01774	9 41689	9 52826n	8·59955n
345	9·92537	9·71138	0 01912	0·01570	0 35442	8 94037	9 47153	9·47180n	8 46370n
352 5	9·89787	9·65703	9·96346	9·96087	0·35113	8·85733	9·51219	9·39653n	8 28036n
	5·29598	2·64405	2·06058	2·05428					
	5·32176	2·70325	2·12825	2 06643					

TAFEL VII.

E	$lg\, R_0$	$lg\, S_0$	$lg\, W_0$	$R_0 \, Sin\, v + S_0 (Cos\, v + Cos\, E)$	$-R_0 \, Cos\, v + \left(\frac{r}{a\, Cos^2 \varphi} + 1\right) S_0 \, Sin\, v$	$W_0 \, Cos\, u$	$W_0 \, Sin\, u$
0	9·50966	8·51957n	9·46012	—0·06616	—0·32334	—0·14214	—0·25104
7·5	9·48948	8·27944n	9·46680	+0·01261	—0·31018	—0·10091	—0·27502
15	9·48571	7·67761n	9·48039	0·08897	—0·29264	—0·05677	—0·29689
22·5	9·49986	8·00604	9·50205	0·16641	—0·27057	—0·00880	—0·31760
30	9·53015	8·41717	9·53101	0·24772	—0·24139	+0·04447	0·33672
37·5	9·57744	8·64365	9·56889	0·33735	—0·20345	0·10510	—0·35537
45	9·64020	8·81124	9·61522	0·43983	—0·15217	0·17580	—0·37295
52·5	9·71472	8·94934	9·66664	0·55738	—0·08096	0·25816	—0·38571
60	9·81783	9·08920	9·73999	0·72410	+0·01859	0·36862	—0·40755
67·5	9·93584	9·22471	9·82148	0·94293	0·17051	0·50958	0·42406
75	0·08973	9·36560	9·92455	1·29814	0·41068	0·71363	—0·45130
82·5	0·27276	9·55477	0·04562	1·87992	0·89389	1·01275	—0·45619
90	0·55564	9·78411	0·20296	3·37295	2·00683	1·52743	—0·46189
97·5	1·05467	0·03565	9·97239n	10·15243	5·98572	—0·92522	+0·15668
105	0·80996n	0·39258n	0·96697n	—3·99388	7·57027	—9·25800	0·41964
112·5	0·58036n	9·97573n	0·45960n	—2·27605	—3·79620	—2·87347	—0·21299
120	0·42335n	9·75981n	0·22396n	—1·35711	—2·66734	—1·64452	—0·31694
127·5	0·31780n	9·61030n	0·07703n	—0·87298	—2·12881	—1·13926	—0·35768
135	0·23939n	9·48926n	9·97218n	—0·57047	—1·79991	—0·85788	—0·37875
142·5	0·18137n	9·38739n	9·89642n	—0·36378	—1·58553	—0·68155	—0·39511
150	0·13612n	9·29476n	9·83922n	—0·21011	—1·39240	—0·55655	—0·40873
157·5	0·10153n	9·20750n	9·79685n	—0·08978	—1·31429	—0·46254	0·42240
165	0·07444n	9·11581n	9·76543n	+0·00659	—1·22278	—0·38640	—0·43612
172·5	0.05391n	9·03011n	9·74368n	0·09447	—1·15150	—0·32199	—0·45109
180	0·03893n	8·93024n	9·73020n	0·17032	—1·09377	—0·26472	—0·46754
187·5	0·02924n	8·81191n	9·72475n	0·24063	—1·04832	0·21172	—0·48651
195	0·02426n	8·65706n	9·72863n	0·30851	—1·01276	—0·16096	—0·51058

TAFEL VII.

E	$lg\ R_0$	$lg\ S_0$	$lg\ W_0$	$R_0\ Sin\ v + S_0(Cos\ v + Cos\ E)$	$-R_0\ Cos\ v + S_0\left(\frac{r}{a\ Cos^2\ \varphi} + 1\right) Sin\ v$	$W_0\ Cos\ u$	$W_0\ Sin\ u$
202·5	0·02463n	8·40841n	9·73728n	0·37644	—0·98810	—0·10832	—0·53526
210	0·02907n	7·68395n	9·75520n	0·44676	—0·97087	—0·05284	—0·56666
217·5	0·03786n	8·25551	9·78117n	0·52196	—0·96163	+0·00907	—0·60411
225	0·05179n	8·64660	9·81635n	0·60578	—0·96239	0·08143	—0·65009
232·5	0·07020n	8·88058	9·86387n	0·70067	—0·97258	0·17102	—0·71062
240	0·09443n	9·06446	9·92431n	0·81287	—0·99726	0·28805	—0·78913
247·5	0·12083n	9·22747	0·00044n	0·93965	1·03420	0·45013	—0·89410
255	0·14748n	9·38369	0·09621n	1·07998	—1·09115	0·68984	—1·04000
262·5	0·17053n	9·55036	0·22656n	1·22515	—1·19903	1·09588	—1·27976
270	0·11778n	9·70488	0·34374n	1·16809	—1·30222	1·63437	—1·48266
277·5	9·55196	9·81747	0·50734n	—0·32950	—1·28891	2·64131	—1·83561
285	0·24037	9·67795	0·45128n	—1·59376	—1·01972	2·51535	—1·28962
292·5	0·36348	8·75686	0·01494n	—2·24039	—0·52114	0·97700	—0·34160
300	0·25530	9·02877n	9·07577n	—1·79562	0·37049	0·11681	0·02306
307·5	0·10687	9·12956n	9·27437	—1·28532	—0·34440	—0·18786	+0·00930
315	9·97151	9·10435n	9·44905	—0·92815	—0·34432	—0·27982	—0·02804
322·5	9·85383	9·04559n	9·48313	—0·67899	—0·34698	—0·29451	—0·07609
330	9·75321	8·97192n	9·48330	—0·49728	—0·34767	—0·27930	—0·12103
337·5	9·66882	8·88958n	9·47491	0·35866	—0·34538	—0·25159	—0·15959
345	9·59940	8·79302n	9·46553	—0·24622	—0·34020	—0·21780	—0·19464
352·5	9·54679	8·67514n	9·46023	—0·15096	—0·33347	—0·18116	0·22461
	—9·27647	—1·86428	—17·48462	—0·49315	—15·39663	—6·16022	—10·86229
	+4·08315	+0·74117	—13·03281	+9·50159	—13·33480	—0·51890	—11·03610
				+9·00844	—28·73143	—6·67912	—21·89839

TAFEL VIII.

E	$lg\,r$	v	A	$lg\,B$	ε	$lg\,g$	h
0	0·05132	0° 0′ 0″	3·33632	0·18547	142° 2′ 5″	8·21378	2·34024
15	0·05568	18 51 29	3·31684	0·18462	162 54 3	7·57082	2·31319
30	0·06819	37 21 4	3·37363	0·19·65	183 23 3	6·20228	2·30340
45	0·08739	55 10 27	3·50699	0·22184	202 53 56	7·88864	2·31827
60	0·11120	72 7 52	3·71433	0·25333	221 8 2	8·40770	2·36738
75	0·13736	88 7 58	3·98399	0·28845	238 0 2	8·69856	2·46236
90	0·16380	103 11 20	4·30482	0·32418	253 34 8	8·87696	2·61502
105	0·18871	117 22 34	4·65514	0·35821	267 58 40	8·98070	2·82396
120	0·21072	130 48 48	5·00999	0·38893	281 23 35	9·02540	3·06606
135	0·22876	143 38 35	5·34077	0·41513	293 59 32	9·01660	3·30552
150	0·24210	156 0 55	5·61938	0·43596	305 56 55	8·95322	3·50776
165	0·25029	168 5 0	5·82165	0·45084	317 25 50	8·82702	3·64476
180	0·25306	180 0 0	5·92974	0·45941	328 36 12	8·61726	3·69729
195	0·25029	191 55 0	5·93426	0·46137	339 37 34	8·27108	3·65676
210	0·24210	203 59 5	5·83690	0·45660	350 39 34	7·59866	3·52788
225	0·22876	216 21 25	5·64838	0·44510	1 52 18	6·18312	3·32164
240	0·21072	229 11 12	5·38675	0·42699	13 26 27	7·85142	3·08334
255	0·18871	242 37 26	5·07535	0·40257	25 33 35	8·33982	2·84771
270	0·16380	256 48 40	4·73986	0·37251	38 26 28	8·59700	2·67841
285	0·13736	271 52 2	4·40419	0·33777	52 19 7	8·73718	2·58340
300	0·11120	287 52 8	4·09008	0·30015	67 25 20	8·79586	2·52164
315	0·08739	304 49 33	3·81461	0·26219	83 57 36	8·78436	2·47094
330	0·06819	322 38 56	3·59115	0·22753	102 1 13	8·70060	2·42350
345	0·05568	341 8 31	3·42943	0·20059	121 31 21	8·52732	2·37874
			54·93195	4·02871	2288 3 32		34·13192
			54·93160	4·02868	2108 3 34		34·13225

TAFEL VIII.

E	l	G	G'	G''	θ	$lg\,K$	$lg\,L'$	$lg\,N$
0	0·97768	2·33508	0·98992	0·00708	40° 43′ 32″	0·18685	0·51486	0·44566
15	0·98525	2·31198	0·98809	0·00163	40 50 51	0·18813	0·51647	0·44744
30	1·05184	2·30334	1·05196	0·00007	42 31 4	0·20682	0·53992	0·47327
45	1·17032	2·31536	1·17608	0·00284	45 29 20	0·24154	0·58315	0·52077
60	1·32755	2·35684	1·34615	0·00806	49 10 38	0·29139	0·64154	0·58748
75	1·50322	2·44052	1·53836	0·01331	52 40 30	0·34586	0·71070	0·65978
90	1·67140	2·58303	1·72034	0·01695	54 49 40	0·38344	0·75585	0·70861
105	1·81278	2·78882	1·86630	0·01838	55 1 20	0·38637	0·75798	0·71200
120	1·92552	3·03456	1·97472	0·01769	53 53 42	0·36697	0·73633	0·68731
135	2·01685	3·28046	2·05731	0·01539	52 28 6	0·34244	0·70657	0·65531
150	2·09322	3·48933	2·12377	0·01212	51 21 12	0·32438	0·68468	0·63159
165	2·15848	3·63222	2·17951	0·00848	50 49 38	0·31616	0·67476	0·62075
180	2·21405	3·68968	2·22670	0·00504	51 0 18	0·31890	0·67807	0·62437
195	2·25910	3·65309	2·26502	0·00226	51 57 26	0·33406	0·69642	0·64432
210	2·29062	3·52697	2·29202	0·00049	53 43 20	0·36375	0·75225	0·68310
225	2·30334	3·32660	2·30340	0·00002	56 19 0	0·41150	0·78930	0·74462
240	2·28502	3·08044	2·28893	0·00105	59 33 0	0·47894	0·81889	0·82988
255	2·20924	2·83539	2·22502	0·00347	62 22 26	0·54640	0·84727	0·91334
270	2·07305	2·65703	2·07461	0·00718	62 11 9	0·54163	0·84177	0·90750
285	1·80236	2·55504	1·84235	0·01160	58 12 8	0·44967	0·83448	0·79310
300	1·55004	2·47514	1·59227	0·01573	53 9 18	0·35497	0·72051	0·67038
315	1·32526	2·44482	1·36558	0·01820	48 29 55	0·28167	0·63263	0·57489
330	1·14924	2·40692	1·18344	0·01762	44 44 5	0·23220	0·57156	0·50805
345	1·03230	2·36809	1·05641	0·01346	42 5 13	0·20147	0·53322	0·46590
	20·57923	33·95536	20·86483	0·10908	616 50 58	4·04924	8·38923	7·75720
	20·57850	33·95636	20·86343	0·10904	616 45 53	4·04527	8·38295	7·75212

TAFEL VIII.

E	$lg\,N$	$lg\,P$	$lg\,Q$	$lg\,V$	$lg\,J_1$	$lg\,J_2$	$lg\,J_3$	$lg\,F_2$	$lg\,F_3$
0	9·89886	9·67448	9·97490	9·97336	0·35746	9·11418	9·32039n	9·27928n	8·37802n
15	9·91685	9·70474	0·00000	9·99964	0·36103	8·83327	9·03862n	8·95780n	8·13592n
30	9·96344	9·77862	0·07434	0·07433	0·36237	7·95424n	7·31175	8·27353	7·48591
45	0·03240	9·88525	0·18802	0·18741	0·36119	8·93520n	9·06941	9·11671	8·32571
60	0·11687	0·01379	0·33054	0·32885	0·35812	9·17708n	9·35927	9·37624	8·54351
75	0·19962	0·13064	0·46956	0·46691	0·35430	9·28928n	8·51657	9·52167	8·59944
90	0·25238	0·17829	0·54602	0·54285	0·35095	9·33842n	9·61282	9·61087	8·52236
105	0·25519	0·11663	0·51892	0·51575	0·34882	9·34778n	9·66993	9·66274	8·21203
120	0·22528	9·99237	0·42797	0·42515	0·34832	9·32769n	9·69681	9·68509	7·87821n
135	0·18680	9·85743	0·32414	0·32185	0·34928	9·28233n	9·69678	9·68069	8·51446n
150	0·15600	9·75218	0·24334	0·24164	0·35137	9·21165n	9·66991	9·64900	8·72315n
165	0·13877	9·69117	0·19834	0·19719	0·35414	9·11133n	9·61278	9·58590	8·79939n
180	0·13745	9·68036	0·19424	0·19356	0·35708	8·97007n	9·51657	9·48102	8·78150n
195	0·15404	9·72460	0·23543	0·23512	0·35972	8·75831n	9·35927	9·30793	8·65994n
210	0·19055	9·82786	0·32618	0·32611	0·36159	8·36059n	9·06963	8·97172	8·34699n
225	0·24982	9·99512	0·47244	0·47244	0·36236	7·93802	7·33244	8·26395n	7·63690
240	0·33104	0·22241	0·67216	0·67200	0·36177	8·57066	9·03806n	9·09810n	8·44288
265	0·40784	0·44881	0·86803	0·86746	0·35975	8·80154	9·32009n	9·34230n	8·62971
270	0·39541	0·48702	0·87783	0·87656	0·35657	8·94650	9·46312n	9·47089n	8·66340
285	0·27415	0·28991	0·65789	0·65572	0·35287	9·05690	9·54171n	9·54098n	8·58094
300	0·14043	0·06128	0·41098	0·40791	0·34975	9·14579	9·57746n	9·57032n	8·33873
315	0·03199	9·88028	0·21471	0·21103	0·34835	9·21126	9·57750n	9·56457n	7·34397
330	9·95544	9·75774	0·07886	0·07519	0·34954	9·24216	9·54184n	9·52269n	8·17011n
345	9·91134	9·69084	0·00038	9·99751	0·35304	9·22029	9·46332n	9·43605n	8·38677n
	1·76315	9·42640	4·15736	4·13751					
	1·75881	9·41542	4·14786	4·12803					

TAFEL VIII.

E	$lg\,R_0$	$lg\,S_0$	$lg\,W_0$	$R_0\,Sin\,v + S_0(Cos\,v + Cos\,E)$	$-R_0\,Cos\,v + S_0\left(\frac{r}{a Cos^2\varphi} + 1\right) Sin\,v$	$W_0\,Cos\,u$	$W_0\,Sin\,u$
0	9·61849	8·51095	9·31798n	+0·06486	−0·41542	+0·14556	−0·14853
15	9·68175	8·34400	9·06498n	0·19755	−0·44176	0·10373	−0·05222
30	9·75262	6·77815	7·63043	0·34423	−0·44906	−0·00423	+0·00061
45	9·81022	8·50745n	9·29423	0·48917	−0·41868	−0·19414	−0·03282
60	9·82822	8·87558n	9·71912	0·58024	−0·34486	−0·46850	−0·23413
75	9·70448	9·08400n	0·00706	0·47075	−0·25816	−0·74870	−0·68737
90	7·75282n	9·16256n	0·17064	0·02766	−0·29220	−0·79348	−1·25083
105	9·80837n	9·10944n	0·19167	−0·48085	−0·53767	−0·48568	−1·47697
120	0·01465n	8·95516n	0·11952	−0·67875	−0·82450	−0·10939	−1·31227
135	0·07460n	8·75366n	0·00872	−0·61815	−1·03108	+0·14313	−1·01019
150	0·09123n	8·50664n	9·89535	−0·44437	−1·15680	0·27441	−0·73641
165	0·09990n	8·15259n	9·78864	−0·23232	1·23822	0·33030	−0·51839
180	0·11446n	6·88081n	9·68489	+0·00152	−1·30155	0·33881	−0·34572
195	0·14194n	7·96755	9·56674	0·26827	−1·36107	0·30692	−0·20440
210	0·18642n	8·15897	9·36880	0·59877	1·41675	0·21737	−0·08604
225	0·24985n	7·87910	8·02776	1·04238	−1·44162	0·01052	−0·00171
240	0·32099n	8·53567n	9·66900n	1·62445	−1·31216	0·46573	−0·02937
256	0·32298n	9·18044n	0·15238n	1·97697	−0·68249	−1·35791	−0·41632
270	0·01685n	9·38430n	0·31064n	1·06742	−0·24198	−1·74840	−1·06022
295	8·78190n	9·20820n	0·17646n	0·01343	0·32363	−1·03743	−1·08518
300	9·37992	8·84696n	9·97394n	−0·28498	0·05585	−0·43792	−0·83376
315	9·49170	8·14891n	9·78734n	−0·27269	−0·15538	−0·11433	−0·60207
330	9·52828	8·22866	9·62583n	0·17664	−0·28726	+0·05200	−0·41930
345	9·56689	8·49415	9·47844n	0·05957	−0·36746	0·12985	−0·27146
	−6·01316	−0·62607	+0·74616	2·72444	−7·50273	−2·99950	6·45597
	−6·04563	−0·61007	−0·83102	2·79494	−7·60996	−2·91375	−6·35910
				5·51935	−15·11269	−5·91325	12·81507

Table des matières par noms d'auteurs

contenues dans le Bulletin International de l'Académie de Sciences de Cracovie.

(Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles).

Année 1905.

Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé. Le nombre inscrit à la suite de chaque Mémoire indique la page.

Baczyński (W.) et **Niementowski (St.)** Dioxyacridinecétone et ses dérivés 350.

Beck (A.) Action des rayons du radium sur les nerfs périphériques 286.

— Phénomènes électriques dans l'écorce cérébrale après son extirpation partielle 707

Bochenek (A.) Recherches sur le système nerveux des invertébrés 205.

Bondzyński (St.), Dombrowski (St.) et **Panek (K.)** Sur un groupe de acides organiques contenus dans l'urine 477.

Browicz (T.) Sur la fonction sécrétoire du noyau des cellules hépatiques 250.

Bykowski (L.) et **Nusbaum (J.)** Contribution à la morphologie du téléostéen parasite etc. 169.

Czerski (S.) et **Nusbaum (J.)** Recherches sur la régéneration chez les Capitellides 471.

Dombrowski (St.) *v.* Bondzyński (S.).

Dziewulski (W.) Perturbation séculaires du Mars dans le mouvement d'Eros 811.

Drzewina (A.) et **Pettit (A.)** Sur des hyperplasies tissulaires etc. 66.

Garbowski (T.) Sur le développement des larves des oursins sans entoderme 581.

— Sur la polarité de l'oeuf des oursins 599.

Godlewski (E.) Sur l'hybridation des Echinides avec la Comatule 501.

Godlewski (T.) L'actinium et ses produits 265

— Sur certaines propriétés radioactives de l'Uranium 289.

Goldmann (H.), Hetper (J.) et **Marchlewski (L.)** Recherches sur la matières colorante du sang 279.

Hetper (J.) *v.* Goldman (H.).

Hirschler (J.) Recherches embryologiques sur Catocala nupta L.

Hoyer (H.) Recherches sur le système lymphatiques des têtards des grenouilles 417.

Janczewski (E.) Species generis Ribes L. 755

Kiernik (E.) Contribution à l'étude de l'histologie des pédicellaires des Oursins, et surtout de leurs muscles 520

Kostanecki (K.) Etudes expérimentales sur l'origine des centrioles du premier fuseau de segmentation chez Myzostoma 411.

Kowalewski (M.) Études helminthologiques 532.

Kępiński (St.) Intégration de l'équation $\frac{\partial^2 j}{\partial \xi^2} - \frac{1}{\xi}\frac{\partial j}{\partial t} = 0$ 198.

Krahelska (K.) Sur la développement mérogonique des oeufs etc. 49.
Kraft (C.) *v.* Zakrzewski (C.).
Krzyształowicz (F.) et **Siedlecki (M.)** Contribution à l'étude de structure et du cycle évolutif de Spirochaete pallida 714.
Kulczyński (Vl.) Fragmenta arachnologica, II 231.
— „ „ III 430.
— Araneae nonnullae in insulis Moderianis collectae 440.
Kulczycki (W.) et **Nusbaum (J.)** Contribution à l'étude des glandes unicellulaires chez les Teléostéens 785.

Lewkowicz (X.) Les cultures pures du bacille fusiforme 783.

Marchlewski (L.) Sur l'origine de la choléhématine 733.
— et **Matejko (L.)** Études sur la bixine 745.
— *v.* Goldmann (H.).
Matejko (L.) *v.* Marchlewski (L.).
Michalski (L.) Sur l'action des certains alcaloïdes sur les blattes 635.
Moldenhauer (T.) et **Tarchanoff (J.)** Sur la radio-activité induite et naturelle des plantes etc. 728.

Niementowski (St.) Sur la condensation de l'acide anthranilique avec l'éther benzoylacétique 285.
— et **Seifert (M.)** Bichinolyles nouveaux 168.
— *v.* Baczyński (W.).
Niemczycki (St.) Contribution à l'étude des synthèses effectuées au moyen du chlorure de zinc 2.
Nitsch (R.) Expériences sur la rage de laboratoire 359.
Nusbaum (J.) et **Reis (C.)** Contribution à l'anatomie de l'oval etc. 756.
— *v.* Kulczycki (W.), Czerski (S.), Bykowski (L.).

Olszewski (K.) Contribution à la question de la détermination du point critiqne de l'hydrogène 399.
— Nouveaux essais de liquéfaction de l'hélium 408.
Opolski (St.) Sur l'action du chlore et du brome sur homologues du thiophène sous l'influence etc. 548.

Panek (K.) Étude bactériologique et chimique du barszcz 5.
— *v.* Bondzyński (S.).
Pettit (A.) *v.* Drzewina (A.).

Raciborski (M.) Propriétés oxydantes et réductrices de la cellule vivant etc. I part. 338, — II part. 668, — III part. 693.
— Sur le genre des Fougères Allantodia Wall. 346
— Sur la limite supérieure de la pression osmotique de la cellule vivante 461.
— Sur les chimiomorphoses de l'Aspergillus niger 764.
Reis (C.) Contribution à la morphologie des ossicules de Weber etc. 220.
— *v.* Nusbaum (J.).
Romer (E.) Époque glaciale dans les monts Świdowiec 797.
Rudzki (M. P.) Remarque sur le mémoire de M. Denizot 253.

Seifert (M.) *v.* Niementowski (St.).
Siedlecki (M.) Sur le rôle du karyosome 559.
— *v.* Krzyształowicz (F.).
Sitowski (L.) Contribution à la biologie des teignes 534.
Sławiński (K.) De la structure des produits obtenus par l'action de l'acide hypochloreux sur le camphène 491.

Tarchanoff (J.) *v.* Moldenhauer (T.).
Tochtermann (L.) De l'action du chlorure de thionyle sur la thiobenzamide 1.
Tondera (F.) Sur l'influence du courant d'air sur les pousses en croissance 734.

Wiśniowski (T.) Sur l'âge des couches à Inocérames dans les Carpathes 352.
Witkowski (A. W.) Sur la dilatation de l'hydrogène 305.
Wójcik (K.) Infraoligocène de Riszkania 254.

Zakrzewski (C.) et **Kraft (C.)** Sur les directions principales dans les liquides biréfringents par effect du mouvement 506.
Zapałowicz (H.) Revue critique de la flore de Galicie 286.
Zaremba (St.) Solution générale du Problème de Fourier 69.

Errata.

1) Pag. 220. Dans le titre du travail de Mme C. Reis au lieu de: „... natatoire chez les Siluroides nebulosus“ lizez: „... natatoire chez les Siluroides (Amiurus nebulosus)“.

2) comp. pag. 712.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

22 Stycznia 1906.

PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise

(Spółka wydawnicza polska)

à Cracovie.

Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoir et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Iagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI. XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes, — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Joannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński 6 k. Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

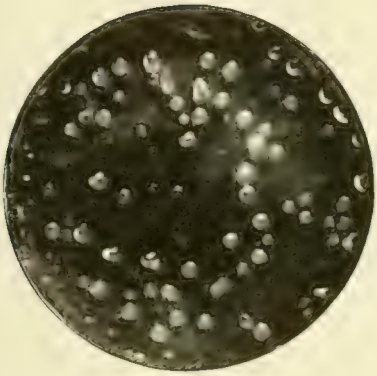
»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. **Górski K.**, »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. **Balzer O.**, »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. **Finkel L.**, »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. **Dickstein S.**, »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. **Federowski M.**, »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

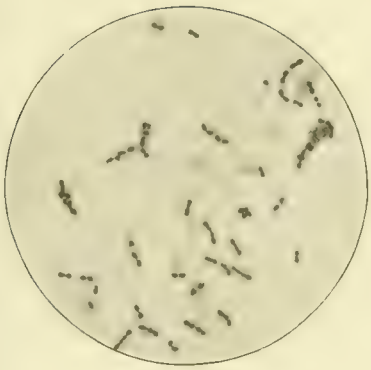
»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*. 8-vo, 1889. — 4 k.

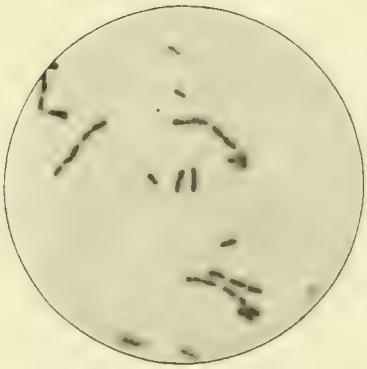


A.

B.



C.

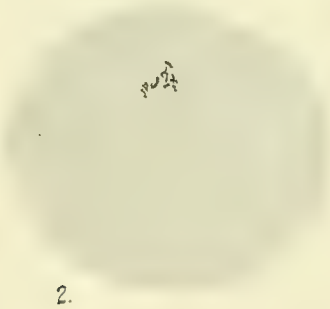


D.

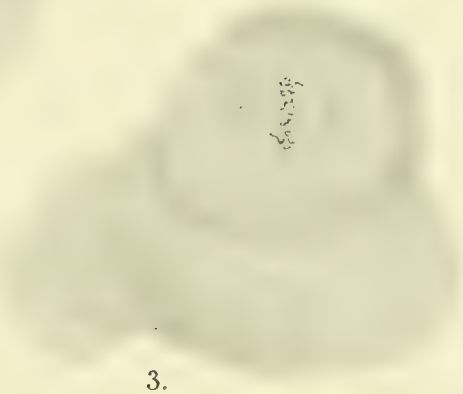
K. Panek.

Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie.

1.



2.



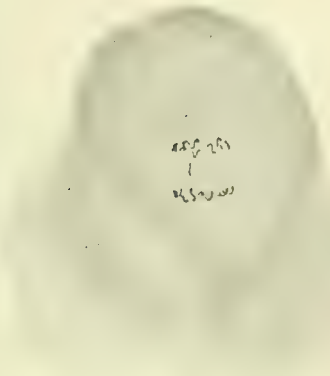
3.

5.

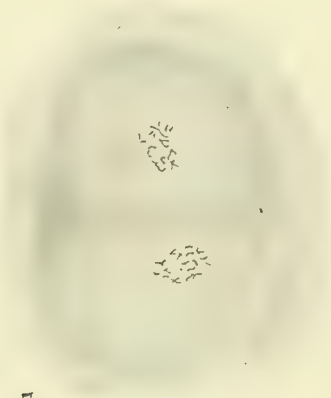
4.

M. Krahelska.

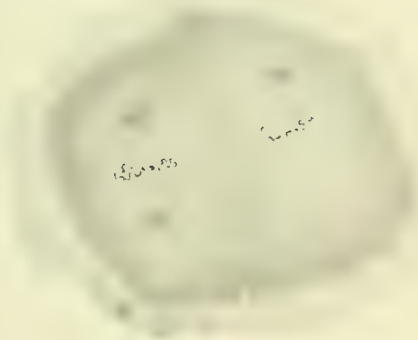
Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie.



6.



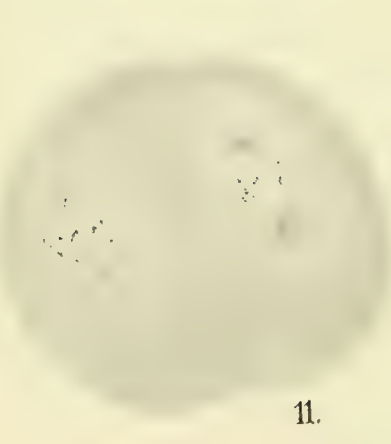
7.



8.

9.

10.



11.

M. Krahelska.

Druk. Uniw. Jagiell. w Krakowie.

12.

13.

14.

15.

M. Krahelska.

Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie.

A. Bochenek.

Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie

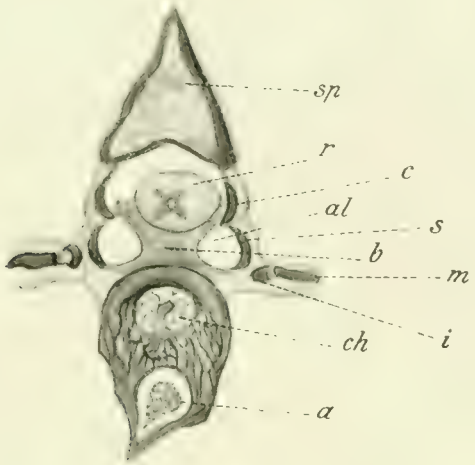


Fig. 1.

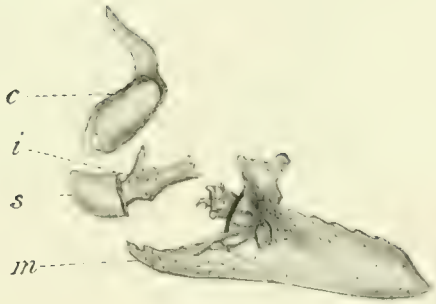


Fig. 2.

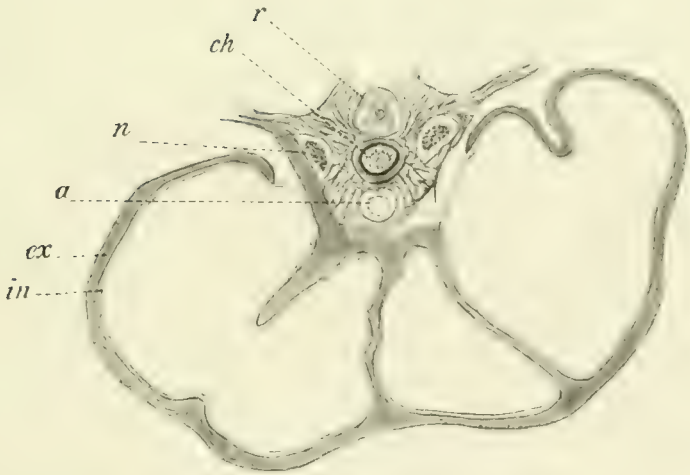
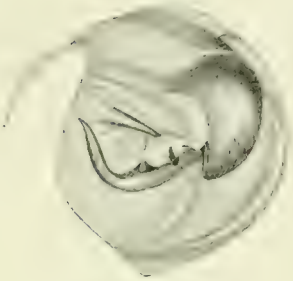


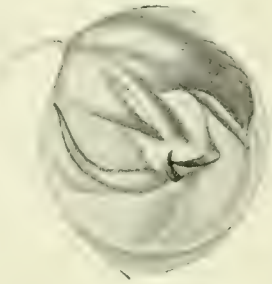
Fig. 3.

K. Reis.

Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie.



1.



2.

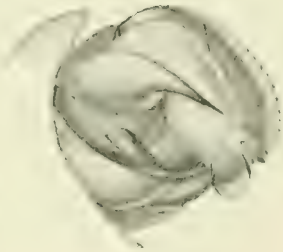
3.

4.

5.

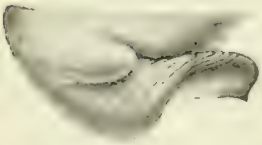
6.

7.

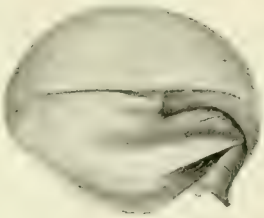


8.

9.



10.



11.

12.

Vl. Kulczyński.

13.

14.

15.

16.

17.

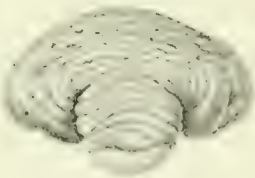
18.

19.

20.

21.

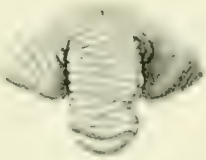
22.



23.

24.

25.



26.

27.

28.

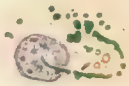
29.

30.

31.

Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie.

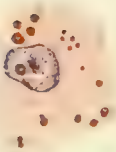
1



2

3

4.

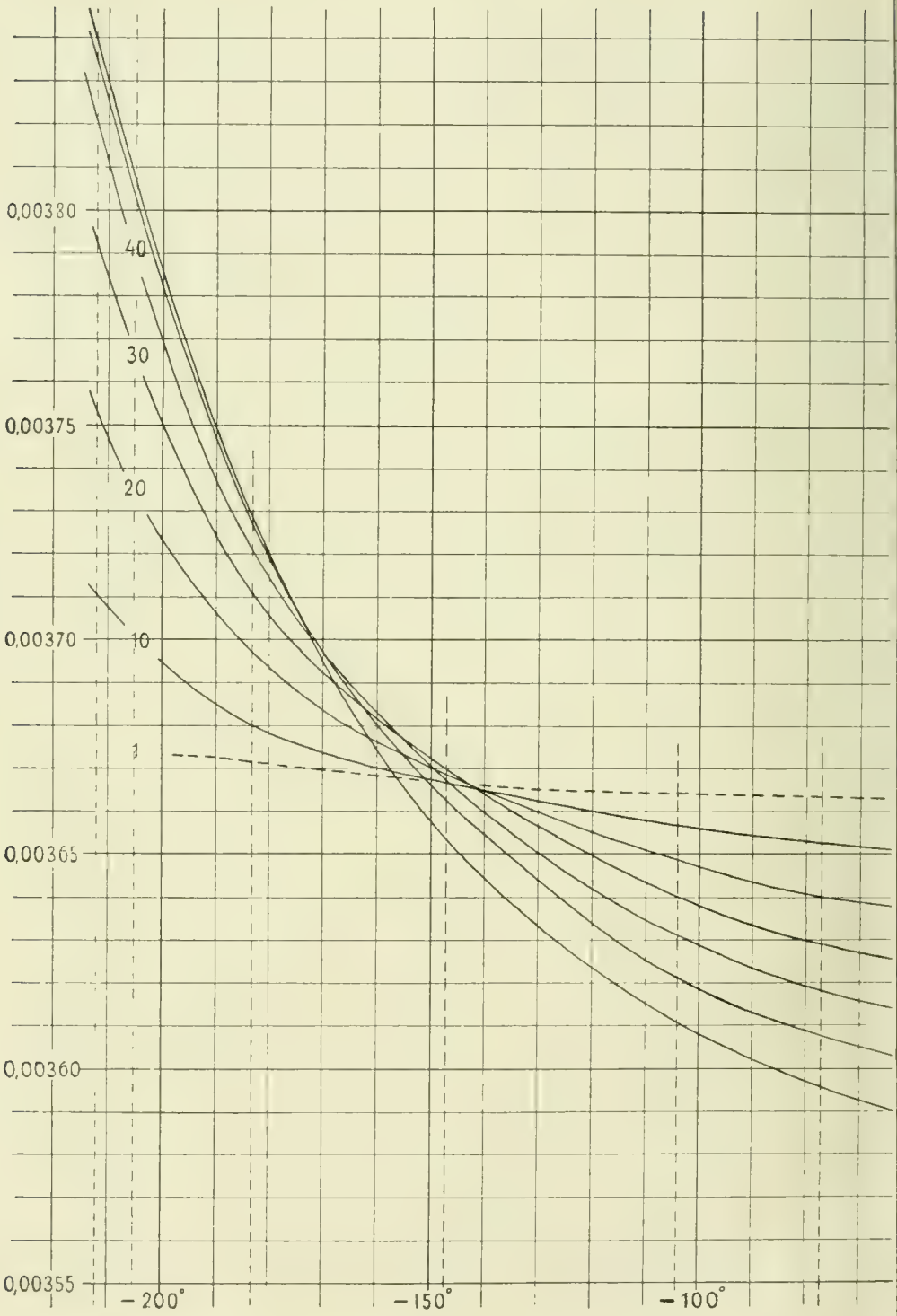


5.

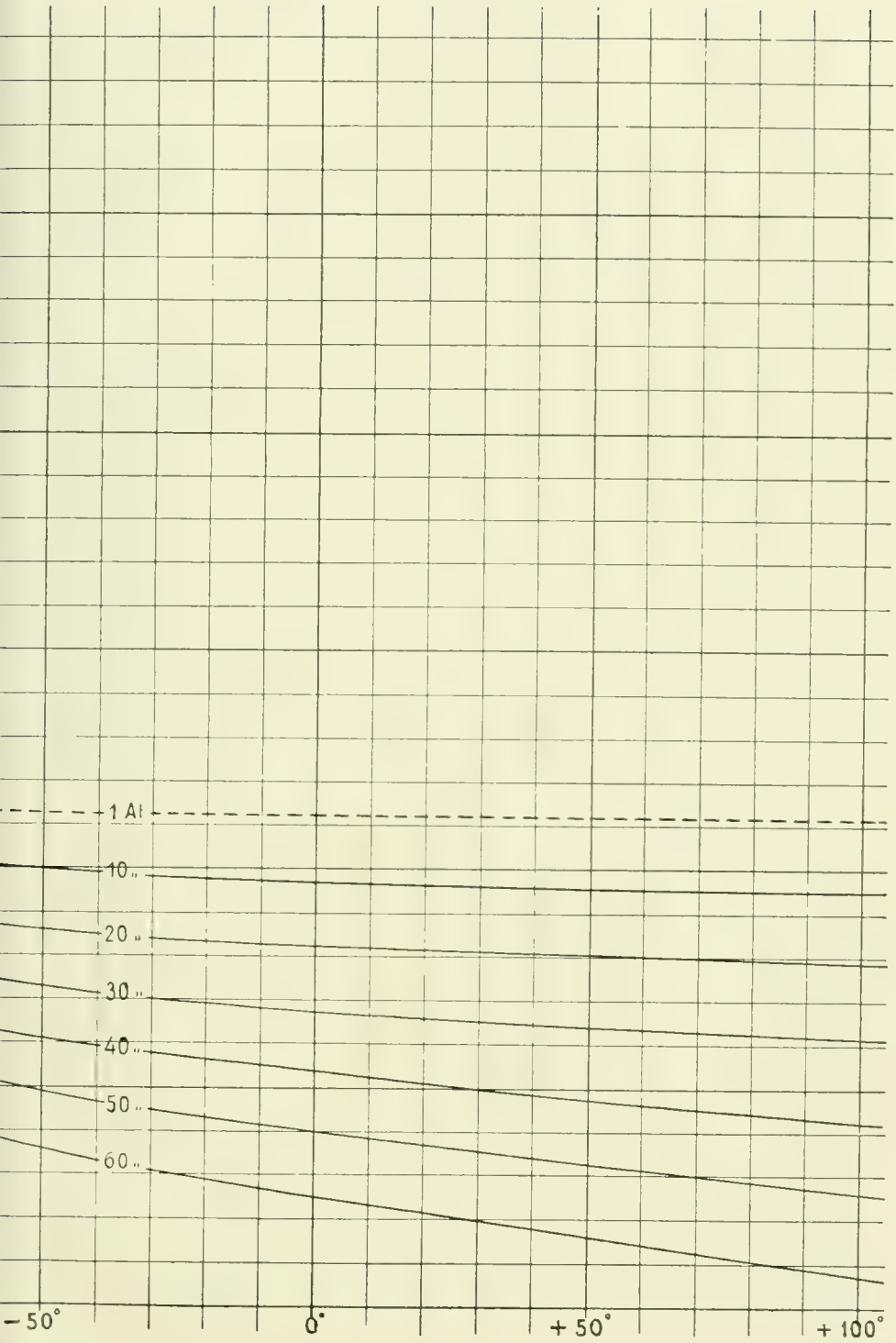
6.

T. Browicz.

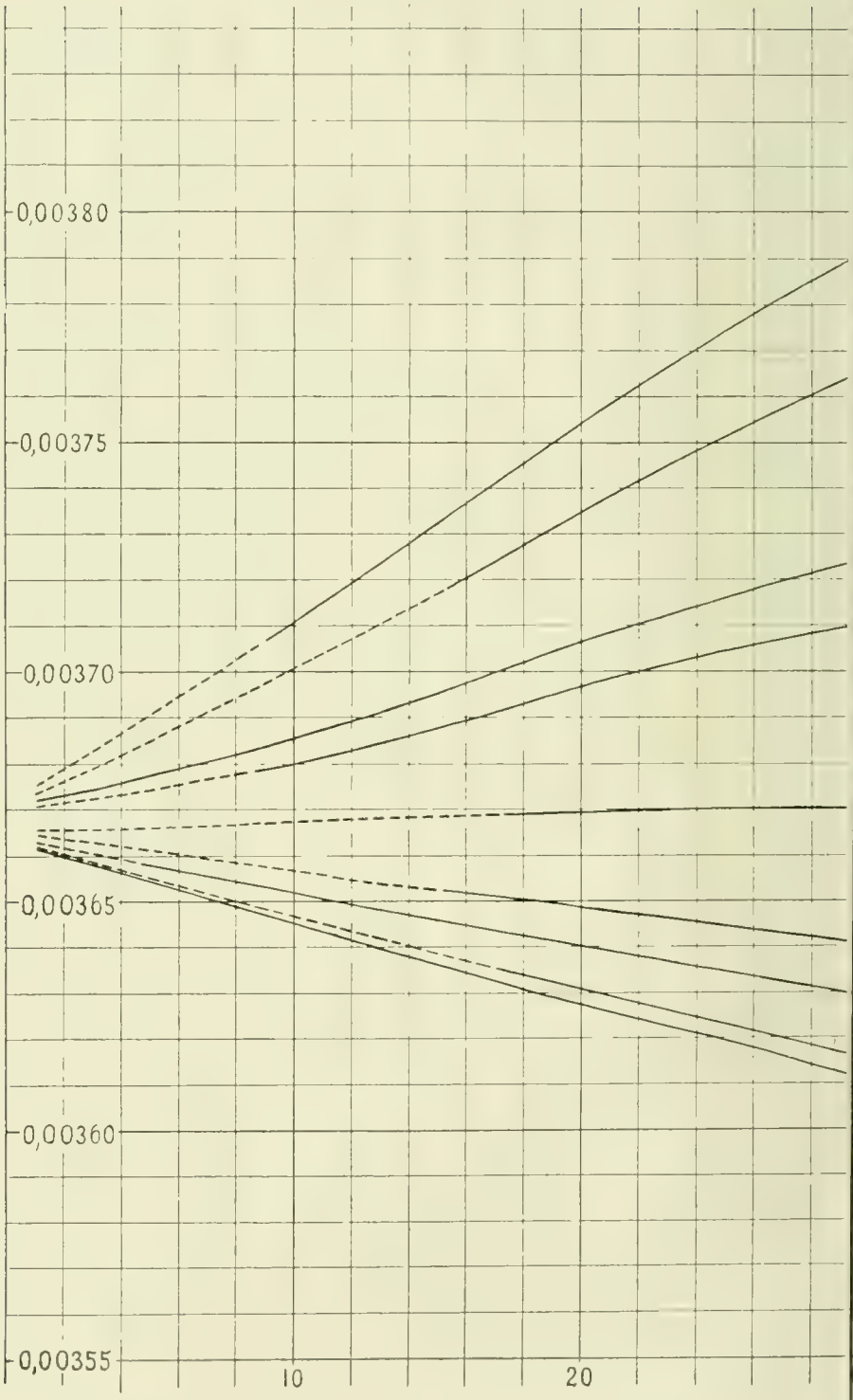
Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie.



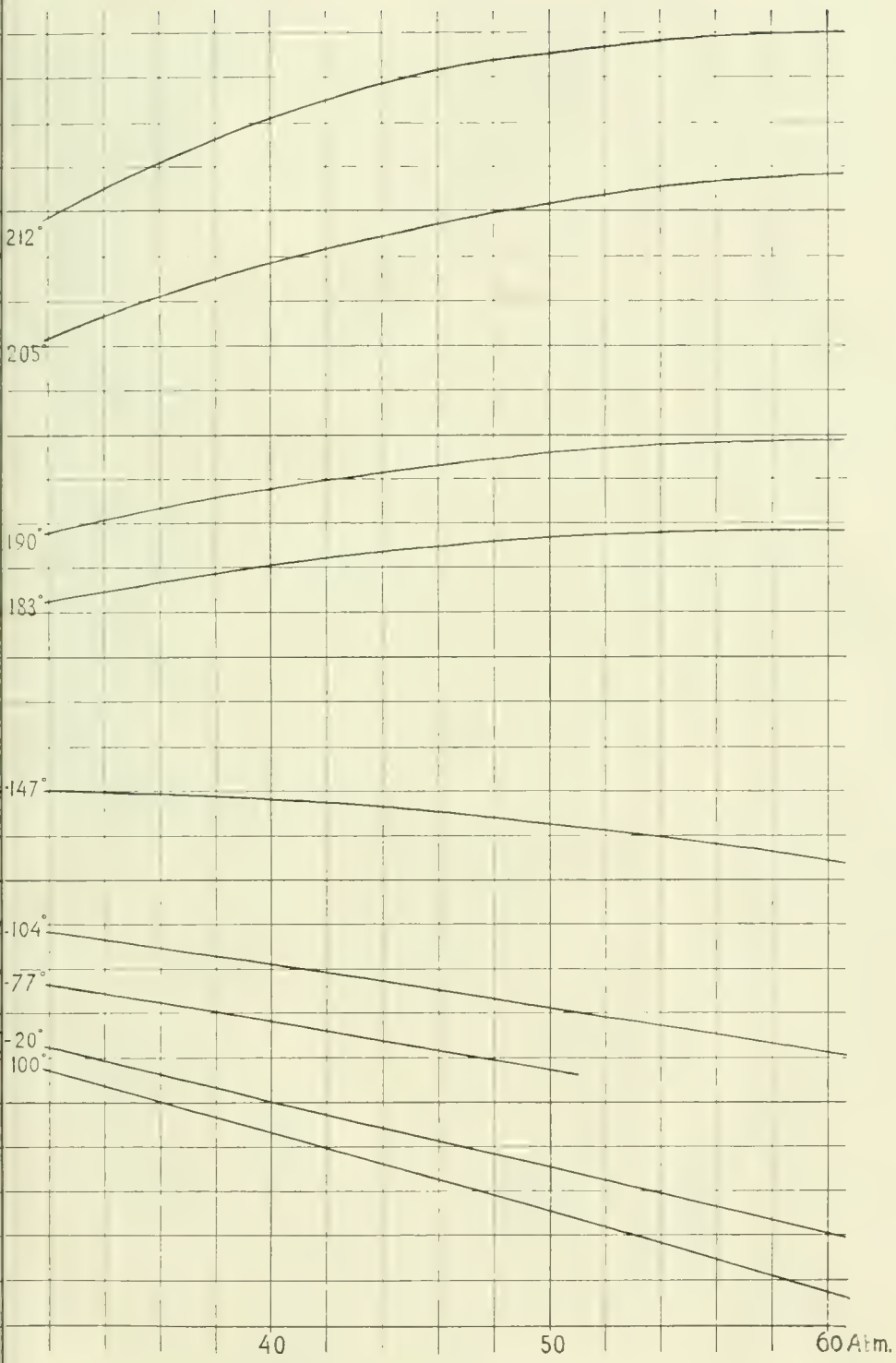
A. W. Witkowski.



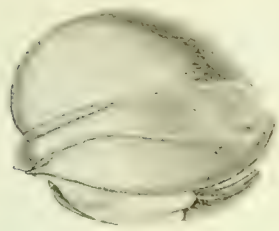
Druk. Uniw. Jagiell. w Krakowie.



A. W. Witkowski.



Druk. Uniw. Jagiell. w Krakowie.


1

2

3

4

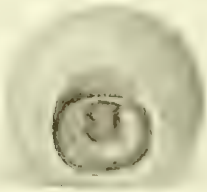
5

6

7

8

9


10

11

12

13

14

15

16

17

18

Vl. Kulczyński.

Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie.

Fig. 1.

Fig. 2

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 6.

Fig. 3.

Fig. 5.

Fig 4.

Fig. 7

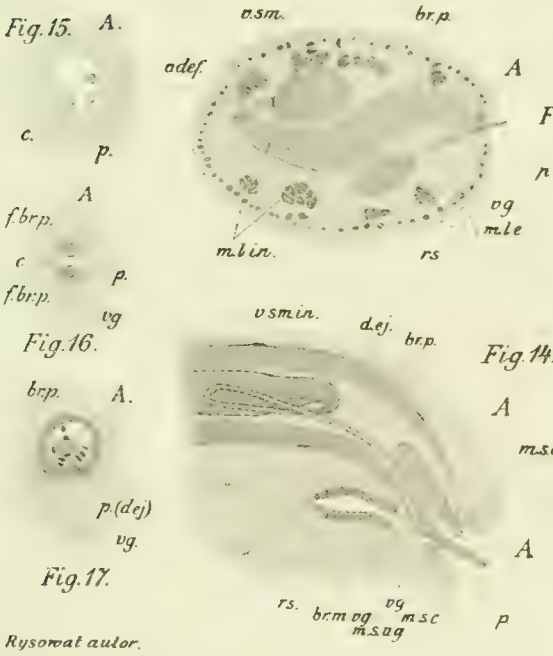
Rysował autor.

M. Kowalewski.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 12.



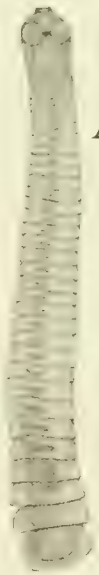


Fig. 10.

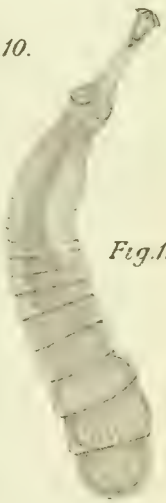


Fig. 11.

Rysował autor.

Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie.

Fig. 1.

Fig. 2

Fig. 8

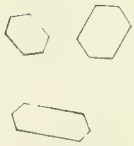


Fig. 4.

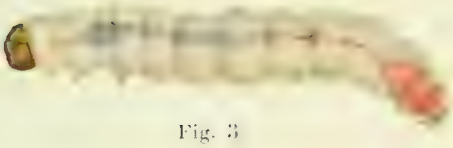


Fig. 3

Fig. 6.

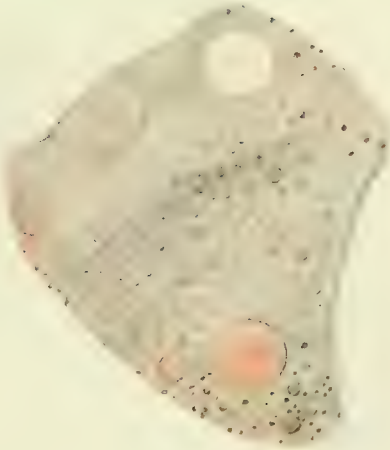


Fig. 7.

Fig. 5.

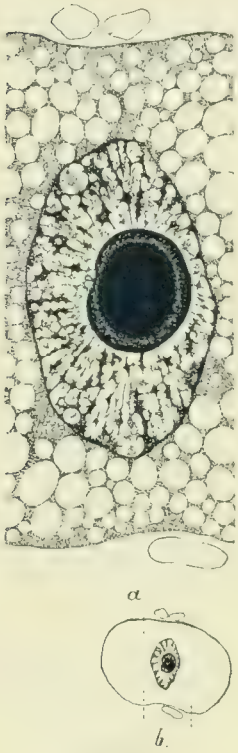


Fig. 1.

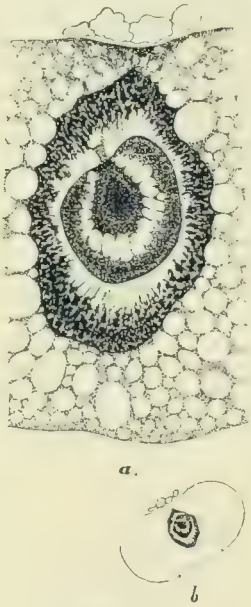


Fig. 2.

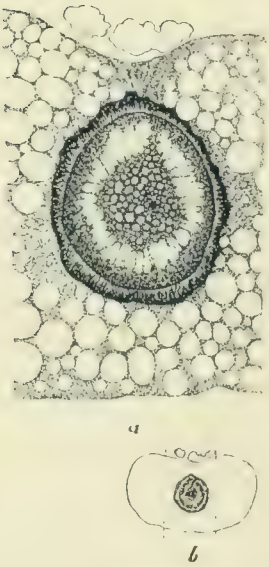
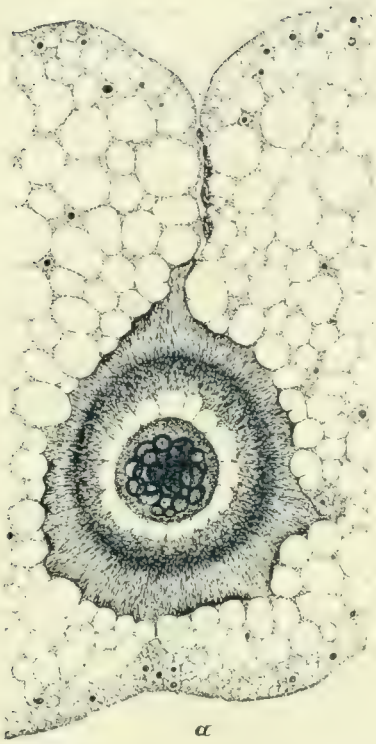


Fig. 3.

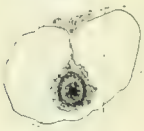
Fig. 4.

M. Siedlecki.



a

Fig. 5.



b.

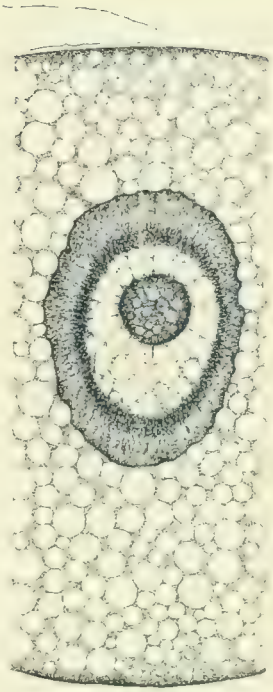
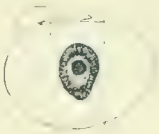


Fig. 6.

a.



b

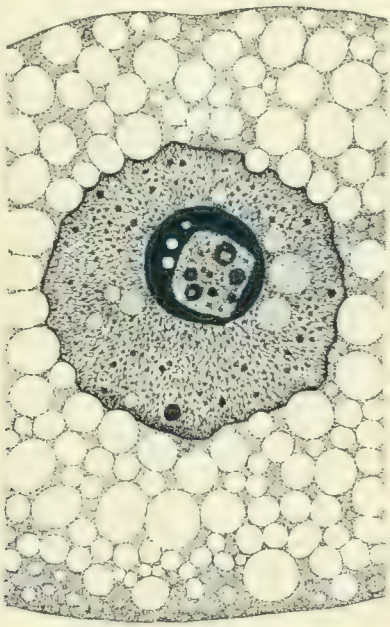


Fig. 7.

Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie

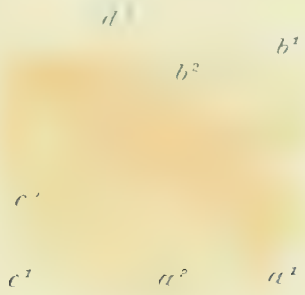


Fig. 1.

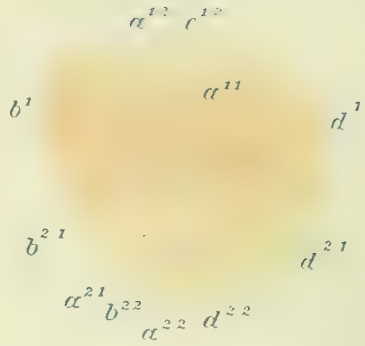


Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 9.

Fig. 4.

T. Garbowski del.

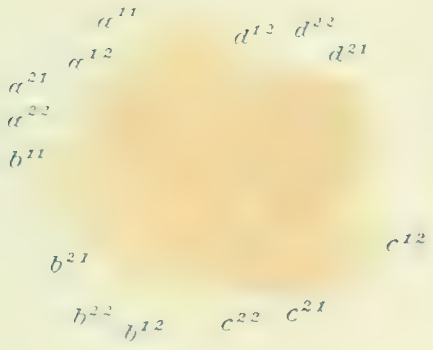


Fig. 5

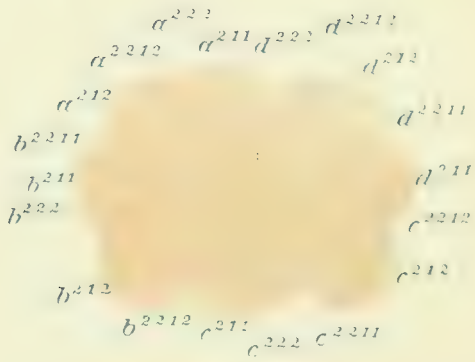


Fig. 6

Fig. 7.

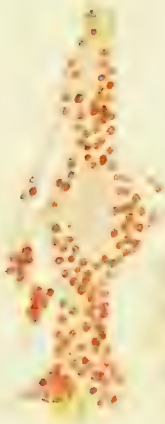
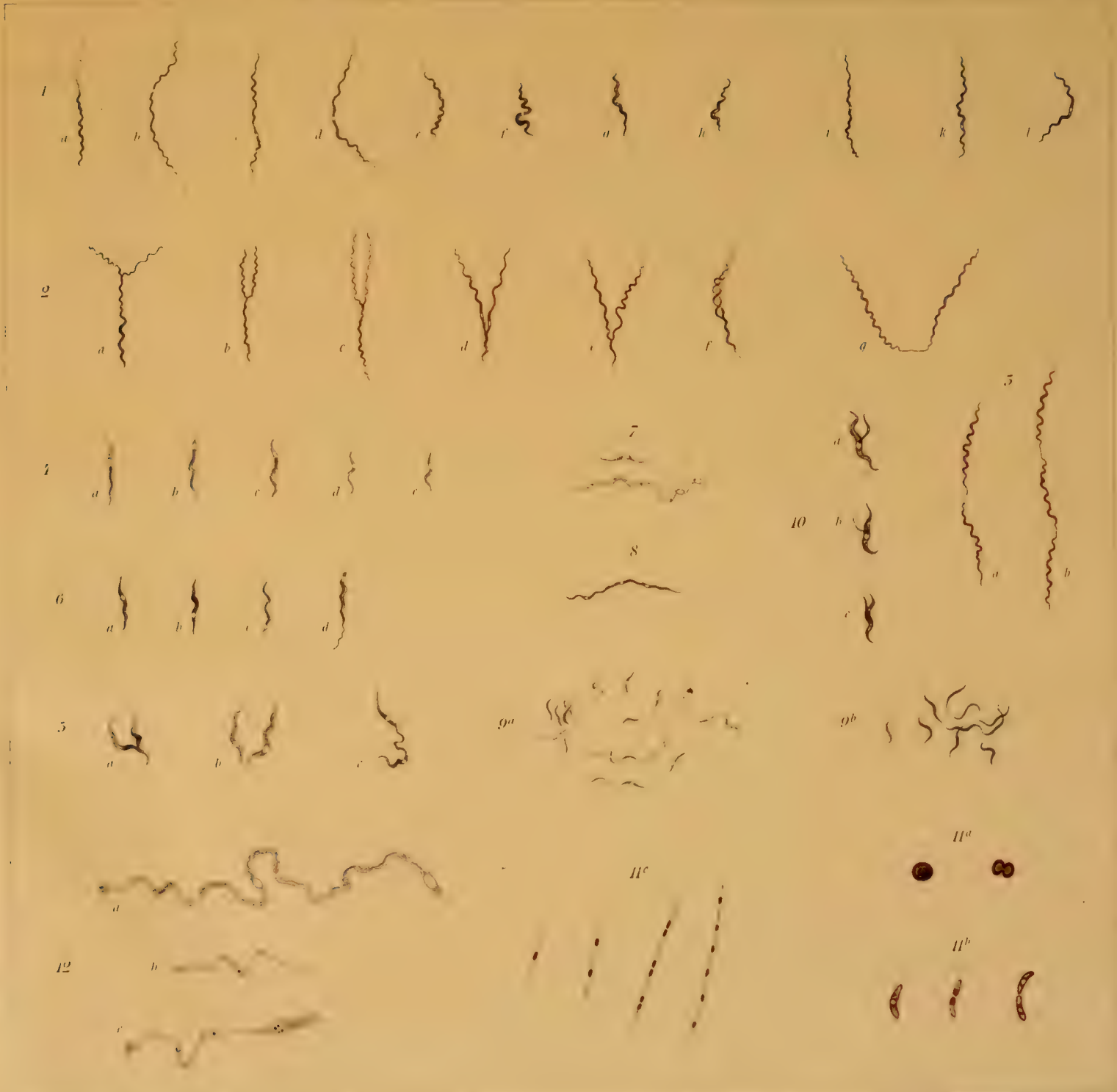


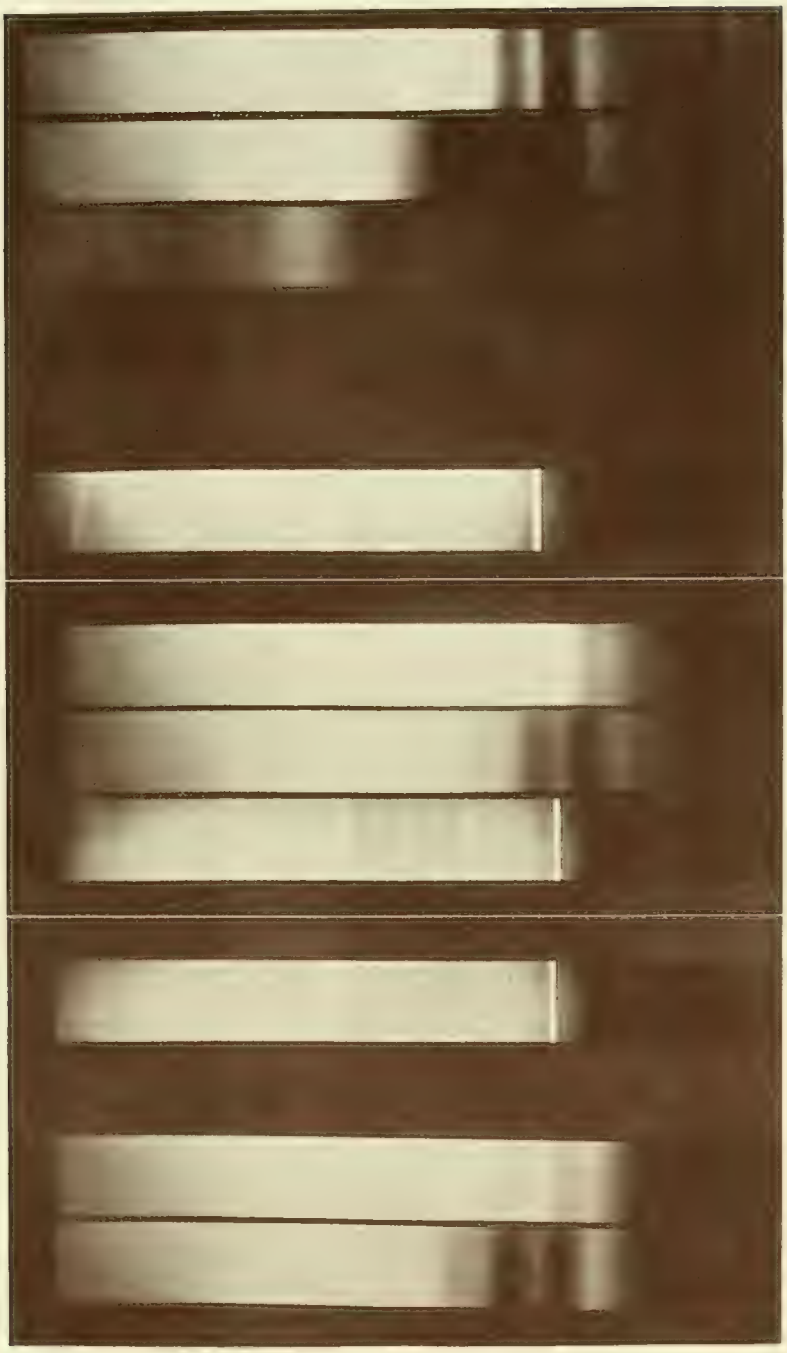
Fig. 10.

Fig. 8.

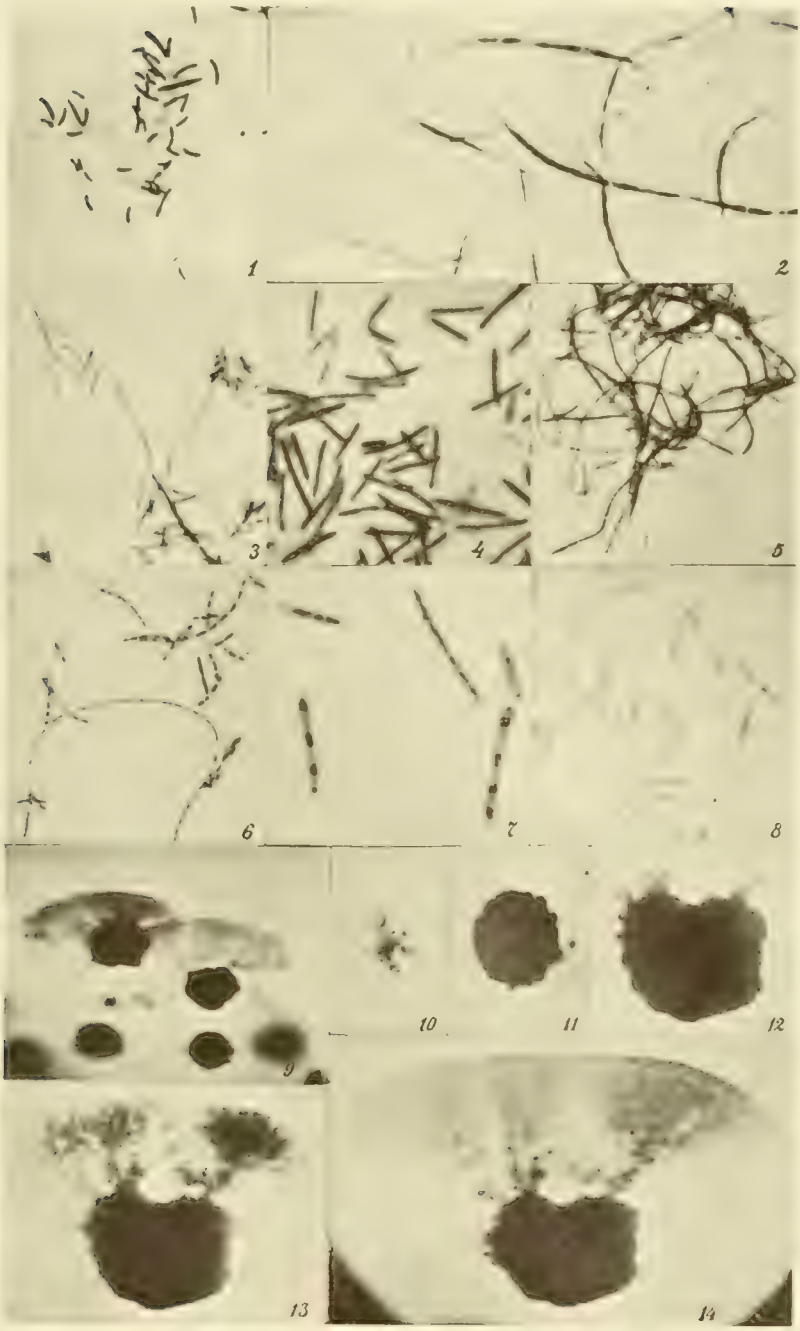
Druk. Univ. Jagiell. w Krakowie.



t Fr. Krzyształowicz



I. Bixin in chloroform.
II. Bixin in chloroform.
III. Bixin in alcohol.
a) Hydrogen lines.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

3 2044 106 273 758